

Aus der Klinik für Strahlenheilkunde
der Medizinischen Fakultät Charité
der Humboldt-Universität zu Berlin

DISSERTATION

Die Rolle der orbitalen MRT in der Differentialdiagnose von Erkrankungen
der Augenmuskeln, des extrakonalen und subperiostalen Kompartimentes

Zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät Charité
der Humboldt-Universität zu Berlin

von

Herrn Quan Zhou
aus Anhui, VR CHINA

Dekan: Prof. Dr. Joachim W. Dudenhausen

Gutachter: 1. PD Dr. med. A.-J. Lemke
 2. Prof. Dr. med. N. Hosten
 3. PD Dr. med. N.E. Bechrakis

Datum der Promotion: 14. 02. 2003

Inhaltsverzeichnis:

	Seite
1 Einleitung	6
1.1 Normale Orbitaanatomie	8
1.1.1 Orbitale Kompartimente	8
1.1.2 Extraokuläre Muskulatur	11
1.1.3 Extrakonales Kompartiment	13
1.1.4 Subperiostales Kompartiment	13
1.1.5 Anatomie der Orbita in der hochauflösenden MRT	13
1.2 Embryologie und Physiologie der Orbita	15
1.2.1 Die Orbita	15
1.2.2 Extraokuläre Muskulatur	15
1.3 Pathologie der Orbita	15
1.3.1 Exophthalmus	15
1.3.2 Enophthalmus	16
1.3.3 Entzündungen und Infektionen	16
1.3.4 Tumoren der Orbita	18
1.3.5 Traumata der Orbita	20
1.3.6 Kongenitale Abnormalien	21
1.4 Bildgebungsverfahren der Orbita	22
1.4.1 Konventionelle Röntgenaufnahmen	22
1.4.2 Ultraschall	22
1.4.3 Angiographie	22
1.4.4 Computertomographie	23
1.4.5 Magnetresonanztomographie	23
2 Fragestellung	24

3	Patienten und Methoden	25
3.1	Patienten	25
3.2	Methoden	27
3.2.1	MRT-Untersuchungstechnik	27
3.2.2	Datenanalyse	28
3.2.2.1	Auswertung der Bilder	28
3.2.2.2	Statistische Analyse	30
4	Ergebnisse	31
4.1	HR-MRT Manifestation der Orbitaerkrankungen in Bezug auf die Lokalisation	32
4.1.1	Die Erkrankungen im subperiostalen Kompartiment	34
4.1.2	Die Erkrankungen im extrakonalen Kompartiment	36
4.1.3	Die Erkrankungen in der Augenmuskulatur	38
4.2	HR-MRT Manifestation der Orbitaerkrankungen in Bezug auf die Größe	40
4.3	HR-MRT Manifestation der Orbitaerkrankungen in Bezug auf die Form	42
4.4	HR-MRT Manifestation der Orbitaerkrankungen in Bezug auf die Berandung	44
4.5	HR-MRT Manifestation der Orbitaerkrankungen in Bezug auf Ausdehnung und angrenzende Strukturen	45
4.6	HR-MRT Manifestation der Orbitaerkrankungen in Bezug auf die Signalintensitäten	51
4.7	Statistischer Vergleich der Abbildungseigenschaften zwischen endokriner Orbitopathie und Myositis	55
4.8	Statistischer Vergleich der Abbildungseigenschaft zwischen Rhabdomyosarkomen und Lymphomen	57
4.9	Statistischer Vergleich der Abbildungseigenschaft zwischen Metastasen und Hämangiomen	59

4.10	Statistischer Vergleich der Abbildungseigenschaft zwischen Epidermoiden und Dermoiden	61
4.11	Statistischer Vergleich der Abbildungseigenschaft zwischen Epidermoiden und Mukozelen	62
4.12	Statistischer Vergleich der Abbildungseigenschaft zwischen Karzinomen der Nasennebenhöhlen und Keilbeinmeningeomen	63
4.13	Statistischer Vergleich der Abbildungseigenschaft zwischen Mukozelen und Karzinomen der Nasennebenhöhlen	65
5	Diskussion	67
5.1	Die Rolle der Lokalisation in der HR-MRT-Diagnostik der Orbitaerkrankungen	67
5.2	Die Rolle der morphologischen Kriterien in der HR-MRT-Diagnostik der Orbitaerkrankungen	69
5.3	Die Rolle der Signalintensitäten in der HR-MRT-Diagnostik der Orbitaerkrankungen	72
5.4	Die Rolle der Ausdehnung und der Veränderungen in den angrenzenden Strukturen in der HR-MRT-Diagnostik der Orbitaerkrankungen	75
5.5	Die Rolle der Krankengeschichte in der HR-MRT-Diagnostik der Orbitaerkrankungen	78
6	Zusammenfassung	81
7	Literaturverzeichnis	84
8	Lebenslauf	93
9	Danksagung	95

1. Einleitung

Die Orbita enthält eine komplizierte Anatomie, auf engem Raum liegen hier sehr unterschiedliche Gewebe in der knöchernen Orbita nebeneinander. Wegen der Lage der Orbita nahe am Sehorgan können deren Erkrankungen ein ernstes klinisches Problem darstellen. Zu diesen Krankheiten gehören Fehlbildungen, Entzündungen und Infektionen, Tumore und Verletzungen. Jedoch können diese Krankheiten ein zum Teil sehr ähnliches klinisches Bild aufweisen. Aufgrund der geringen Größe der Orbita, ihrer komplizierten Anatomie und ihrer fein abgestimmten Funktion stellt sie eine diagnostische Herausforderung dar [1]. Anamnese, ophthalmologische Untersuchungen, bildgebende Untersuchungen, chirurgische Verfahren und histopathologische Befunde können verwendet werden, um definitive Diagnosen zu stellen. Bildgebende Untersuchungen gehören dabei zu den wichtigsten Hilfsmitteln in der Diagnose und in der Behandlung der Orbitaerkrankungen [2].

Früher konnte die konventionelle Radiologie nur die knöchernen Strukturen der Orbita darstellen. Deshalb waren nur knöcherne Tumoren oder Läsionen, Frakturen oder Fremdkörper darstellbar.

In den letzten 20 Jahren sind Computertomographie (CT) und Magnetresonanztomographie (MRT) die Hauptverfahren für die bildgebende Diagnostik von Orbitakrankheiten geworden. Sie haben die Orbitadiagnostik revolutioniert.

Die CT liefert Bilder mit hoher räumlicher Auflösung. Tumorös und nicht-tumorös raumfordernde Verletzungen und Fehlbildungen der Orbita und die exakte Abgrenzung innerhalb der periorbitalen Strukturen werden präzise dargestellt. Jedoch liefert die CT-Untersuchung bei einigen unterschiedlichen pathologischen Prozessen ähnliche Bilder, so dass mit der CT alleine eine Differentialdiagnostik nicht möglich ist [3].

Im Jahre 1981 wurde die MRT erstmals als Untersuchungsmethode in die klinischen Anwendungen eingeführt. Die MRT bietet eine Fülle von Informationen über die Topographie und den physikalisch-chemischen Aufbau des Weichteilgewebes in der Orbita. Wegen seiner hohen Kontrastauflösung in den Weichteilgeweben und der fehlenden Strahlenexposition wird die MRT als wertvolle Methode in der Diagnose von Orbitaerkrankungen betrachtet [4]. Bei der herkömmlichen Orbita-MRT gibt es jedoch einige Nachteile wie nicht ausreichende räumliche Auflösung, okuläre Bewegungsartefakte und Artefakte durch die sogenannte chemische

Verschiebung. Um die Bildqualität zu optimieren, werden in verschiedenen Zentren spezielle hochauflösende Oberflächenspulen mit einem kleinen Durchmesser benutzt. In Vergleichen mit Untersuchungen mit normalen Spulen erwies sich die Orbitaspule für die Darstellung der kleinen Orbitaläsionen [5] als besonders günstig. Durch eine zusätzliche Anwendung von Fettsättigung und die Anweisung an den Patienten, Augenbewegungen zu unterdrücken, kann das Auftreten von Artefakten reduziert werden. Eine sinnvolle Scanplanung bezüglich der zu untersuchenden Schichtebenen, die Bandbreite und andere Parameter der Messungen sind ebenso wichtig für eine gute Bildqualität [4]. Mit verbesserter MRT-Technik und verringerter Messzeit hat die hochauflösende MRT der Orbita wachsendes Interesse für die Beurteilung der Orbitaanatomie und eventueller Pathologien erzeugt. Die hochauflösende MRT (HR-MRT) der Orbita wird in einzelnen Zentren als Routine-Methode in der Diagnostik von Orbitaerkrankungen eingesetzt.

Vor kurzem sind viele Artikel hinsichtlich der Anwendung der HR-MRT für die Orbitaanatomie [1, 4, 5, 6-16] und okuläre Krankheiten [5,17-25] in der radiologischen Literatur erschienen. Da nur wenige Informationen zu der HR-MRT der retrobulbäre Krankheiten vorhanden sind, konnte das Potential der HR-MRT in der Auswertung der retrobulbären Krankheiten noch nicht völlig ausgeschöpft werden.

1.1 Normale Orbitaanatomie

1.1.1 Orbitale Kompartimente

Knöcherne Orbita

Die knöcherne Orbita gleicht einem pyramidenförmigen Hohlraum, der seine Basis nach ventral und seine Spitze nach dorsal ausgerichtet hat. Das Dach dieser Pyramide entspricht dem Orbitadach und wird aus dem Os frontale und der Ala minor ossis sphenoidalis gebildet. Die mediale Wand wird aus dem Os ethmoidale, Os maxillare und dem Os lacrimale gebildet. Das Os zygomaticum und die Ala major ossis sphenoidalis bilden die laterale Wand. Der Orbitaboden setzt sich hauptsächlich aus dem Os maxillare und Os zygomaticum zusammen. Die Spitze der Orbita, welche nach medial ausgerichtet ist, nennt sich Apex orbitae und beinhaltet den Canalis opticus, durch welchen der gleichnamige Nervus opticus und die begleitende A. ophthalmica verläuft. (Abb. 1-1).

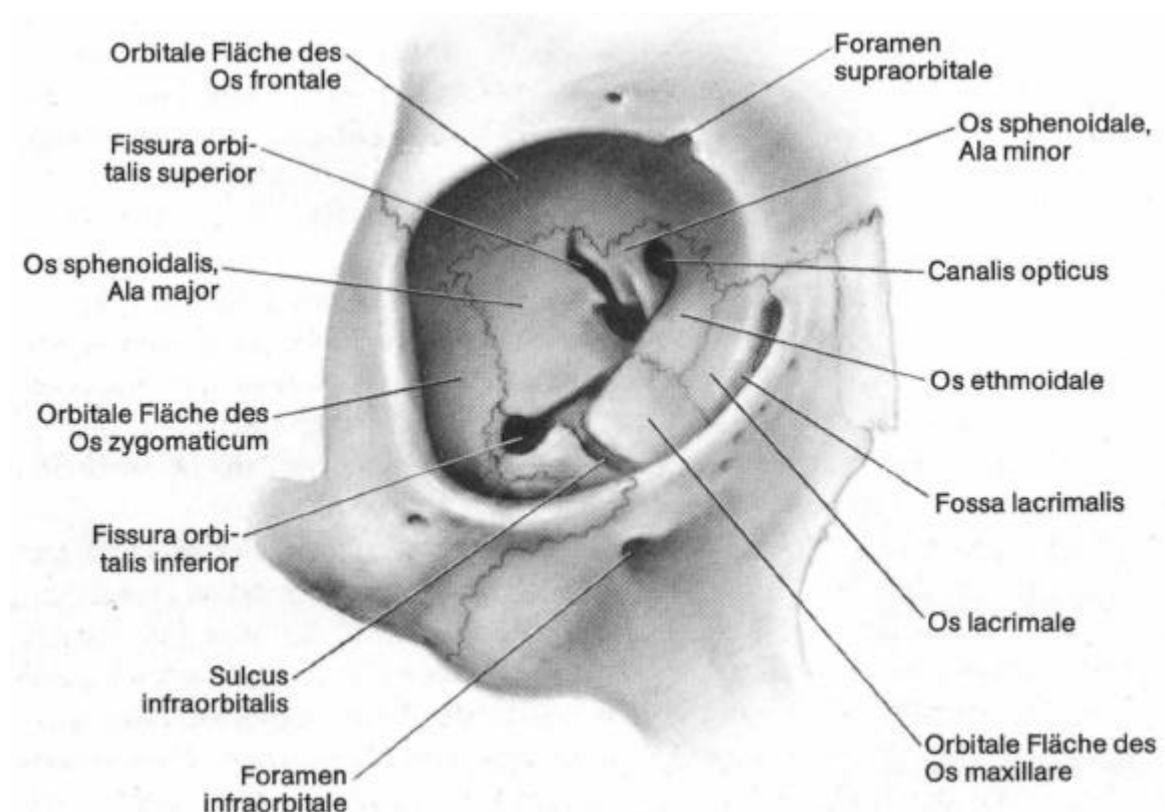


Abb. 1-1: Anatomie der Orbita: Knöcherne Orbita von ventral (aus: [26])

Weitere Durchtrittsstellen für Gefäße und Nerven finden sich im Orbitadachbereich mit der Fissura orbitalis superior, durch welche der N. oculomotorius, N. trochlearis, N. abducens, N. ophthalmicus und die V. ophthalmica superior verlaufen. Im Orbitaboden dient die Fissura orbitalis inferior als Durchtrittsstelle für den N. zygomaticus, N. infraorbitalis und die V. ophthalmica inferior. Medial der Fissura orbitalis inferior ist der Sulcus lacrimalis mit dem Ductus lacrimalis gelegen und direkt in der medialen Orbitawand die Foramina ethmoidale anterius und posterius für den Durchtritt der A. ethmoidalis anterior und posterior.

Ausgekleidet wird die Orbitahöhle durch die Periorbita, welche einen straffen Bindegewebssack bildet, der den Inhalt der Augenhöhle sicher umschließt, sich insgesamt leicht lösen lässt und im Bereich der Augenhöhlenspalten und am Canalis opticus fester fixiert ist. Im Bereich des Apex orbitae vereinigt sie sich mit der äußeren Hülle des N. opticus (Dura mater) und ventral geht sie in das Septum orbitale über.

Kompartimente

Mittels dieser Weichteilstrukturen kann die Orbita orientierend in unterschiedliche Räume aufgeteilt werden. Die Aufteilung erfolgt in das präseptale, subperiostale, extrakonale und intrakonale Kompartiment, zusätzlich stellen die geraden Augenmuskeln, der N. opticus und der Bulbus eigene Kompartimente dar (Abb. 1-2).

Das Septum orbitale grenzt den praeseptalen Raum (Ober- und Unterlid) gegen den postseptalen Raum ab. Das postseptale Kompartiment der Orbita wird durch den Konus, der durch die vier geraden Augenmuskeln und eine bindegewebige Verbindung gebildet wird, in einen intrakonalen und extrakonalen Raum unterteilt. Innerhalb des Konus gelegen ist das intrakonale Kompartiment und der N. opticus, außerhalb das extrakonale Kompartiment. Zwischen Periost und Knochen findet sich das subperiostale Kompartiment.

Von den sieben Räumen liegt das präseptale Kompartiment der Oberfläche am nächsten, Erkrankungen dieses Kompartiments können somit leicht durch klinische Untersuchungen und Biopsie diagnostiziert werden. Erkrankungen des Augapfels und des N. opticus können durch klinische Untersuchungen wie Funduskopie und Perimetrie erfasst werden. Die Erkrankungen des intrakonalen Raumes wurden in den letzten Jahren bereits in vielen radiologischen Publikationen diskutiert [5, 16, 18, 27-49]. Jedoch gibt es wenig Informationen über die hochauflösende MRT-Bildgebung bei Krankheiten in den Muskeln, in den extrakonalen und subperiostalen Kompartimenten [22, 28, 50, 51]. Ziel unserer Studie ist also, die Anwendung der

hochauflösenden MRT bei den Untersuchungen der Erkrankungen in diesen Kompartimenten zu analysieren.

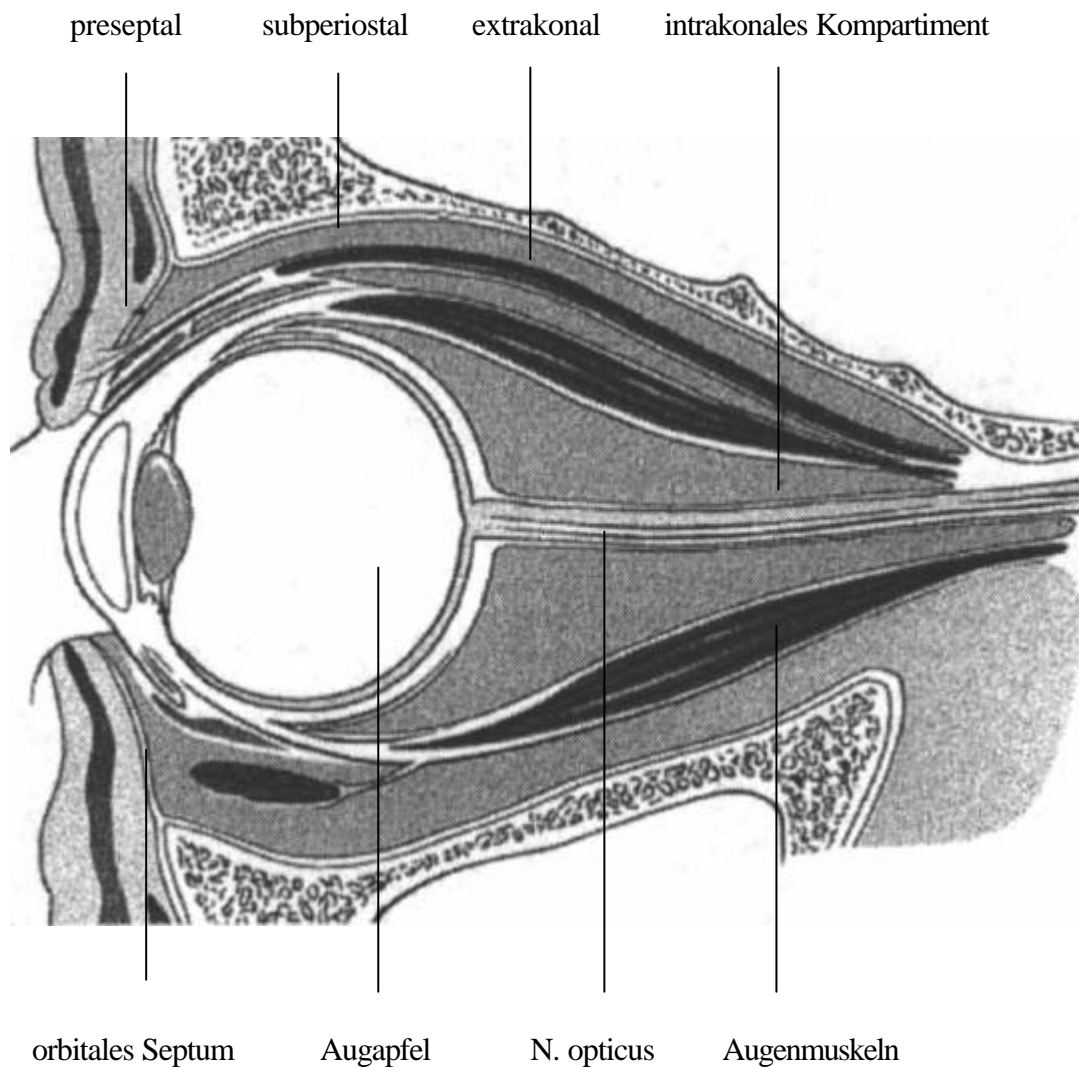


Abb. 1-2: Anatomie der Orbita: Unterteilung der Orbita in sieben unterschiedliche Kompartimente. (aus: [52])

1.1.2 Extraokuläre Muskulatur

Innerhalb der Orbita liegen sechs Augenmuskeln, vier gerade (M. rectus sup., M. rectus inf., M. rectus med. und M. rectus lat.) und zwei schräg verlaufende (M. obliquus superior und inferior). Die geraden Augenmuskeln und der M. obliquus superior haben ihren gemeinsamen Ursprung am Anulus tendinosus communis (Zinn'scher Ring) an der Öffnung des Canalis opticus. Der M. obliquus inferior hat seinen Ursprung an der medialen Orbitawand nahe des Canalis nasolacrimalis.

Ihren Ansatzpunkt finden sie alle am Bulbus, die geraden Muskeln ventral des Äquators und die M. obliqui dorsal des Äquators. Der M. obliquus superior zeigt eine Besonderheit in seinem Verlauf, denn bevor er am Bulbus ansetzt, wird er über eine Trochlea am Os frontale abgelenkt. Der M. obliquus inf. ist der einzige Muskel, der im ventralen Bereich der Orbita ausgehend von einer flachen Vertiefung des unteren Orbitarandes entspringt, an welcher er lateral zur temporalen Bulbusfläche verläuft und an der Fossa lacrimalis angrenzt [53].

Zusätzlich findet sich noch der M. levator palpebrae, welcher dem M. obliquus superior kranial aufliegt. Er entspringt einer Verdickung der Ala major ossis sphenoidalis und verläuft entlang des Orbitadaches oberhalb des M. rectus superior, durchbohrt die Orbitascheidewand und setzt am superioren Augenlid an.

In ihrem Verlauf zeigen die geraden Muskeln eine kegelförmige Konfiguration, welche mit ihrer Basis ventral durch die Bulbusrückseite abgegrenzt wird und die dorsale Spitze durch den Sehnenring gebildet wird (Abb. 1-3). Die Muskeln sind untereinander mit Septen verbunden. Innerhalb dieser Septen und dem dadurch entstandenen Konus finden sich versorgende Gefäße und Nerven, ausgefüllt wird dieser Raum durch das Corpus adiposum orbitae, welches auch septiert ist.

Die Muskeln sind normalerweise von ähnlicher Stärke, gleicher Länge und ovalem Querschnitt. Es gibt Unterschiede bezüglich der Größe der Muskeln innerhalb der Orbita. Insgesamt sind aber nur wenige individuelle Variationen in der Muskelgröße zwischen den Orbitae erkennbar. Entsprechend des axialen und des koronaren MRT-Schnittes des normalen M. rectus beträgt der Mitteldurchmesser jedes Muskels wie folgt: M. rectus med. 3,2 bis 4,9 mm, M. rectus inf. 3,0 bis 6,0 mm, M. rectus sup. 3,1 bis 5,6 mm, M. rectus lat. 2,6 bis 4,8 mm und der M. obliquus sup. 2,4 bis 4,1 mm [12]. Die Stärke des M. obliquus inf. variiert zwischen 1,5 bis 2,8 mm [53].

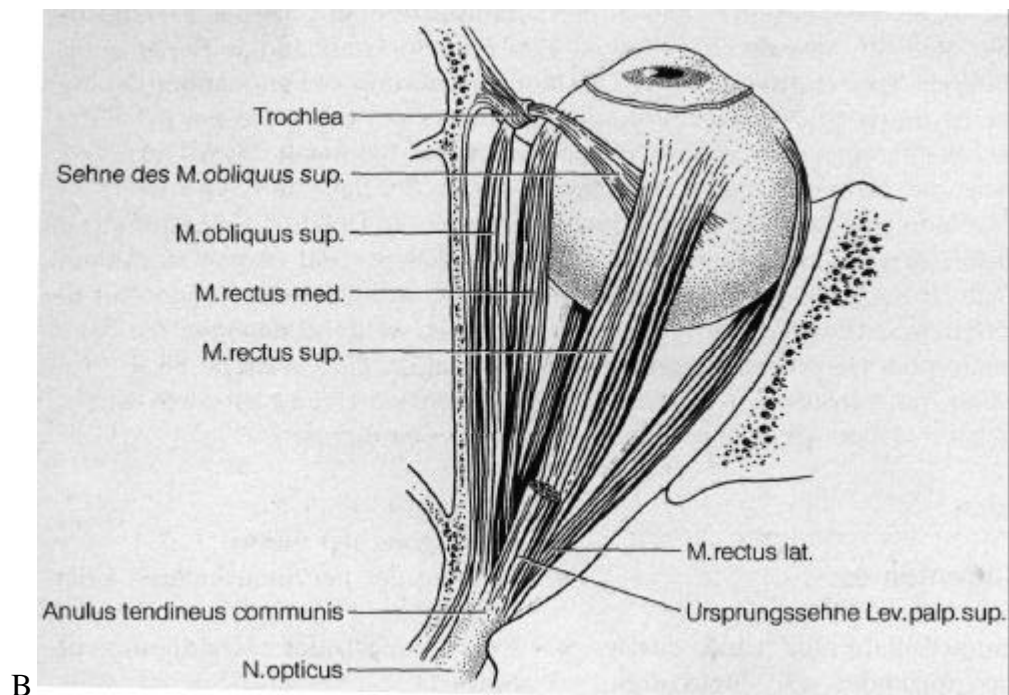
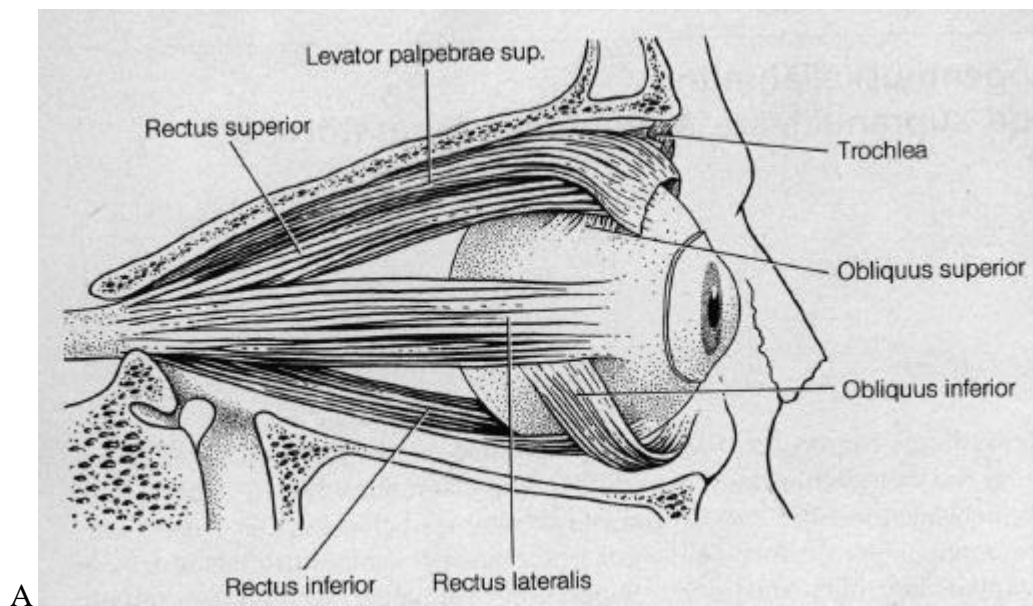


Abb. 1-3: Anatomie der extraokulären Muskulatur

A. Seitliche Ansicht der Orbita mit besonderer Berücksichtigung der Augenmuskeln

B. Muskeln der rechten Orbita von cranial nach Wegnahme des Orbitadaches

(aus: [54])

1.1.3 Extrakonales Kompartiment

Der extrakonale Raum ist das Kompartiment, welches den Muskelkonus umgibt. Es wird ventral durch die Orbitascheidewand abgegrenzt, nasal und lateral durch das Periost und nach dorsal durch die Apex orbitae. Die größte anatomische Struktur in diesem Kompartiment ist die Tränendrüse, als kleinere Strukturen finden sich Blutgefäße und Nerven. Der rostrale Anteil der V. ophthalmica superior, V. ophthalmica inferior, N. lacrimalis, N. und A. supraorbitalis, A. supratrochlearis, N. supratrochlearis und N. ethmoidalis anterior können in vielen Fällen in der HR-MRT erkannt werden [55].

Obwohl keine Lymphgefäße in der Orbita nachgewiesen wurden (lymphatisches Gewebe in der Orbita wird eher nur in der Subconjunctiva und in der Tränendrüse gefunden), wird aufgrund des Auftretens von Lymphangiomen und perivaskulären und perineuralen Infiltrationen durch bestimmte Neoplasmen ihre Anwesenheit vermutet [56].

1.1.4 Subperiostales Kompartiment

Der subperiostale Orbitaraum bezeichnet den Raum zwischen Knochen und Periost. Er hat wegen seiner einzigartigen Anatomie und daraus resultierenden Anfälligkeit für verschiedene pathologische Prozesse, wie zum Beispiel einem Dissektionshämatom, einer Expansion einer Sinusmukozelle, einer Invasion durch Tumore aus einem angrenzenden paranasalen Sinus eine besondere Bedeutung [57].

1.1.5 Anatomie der Orbita in der hochauflösenden MRT

Die feinen Details der Orbitaanatomie können mit Hilfe der HR-MRT dargestellt werden. Das Verhältnis der verschiedenen Orbitastrukturen zueinander ist sehr gut in den axialen, koronalen und sagittalen Schichten der MRT abzugrenzen. Die normale Anatomie der retrobulbären Orbitaräume wird in Abbildung 1-4 im koronalen HR-MRT-Schnitt dargestellt [4].

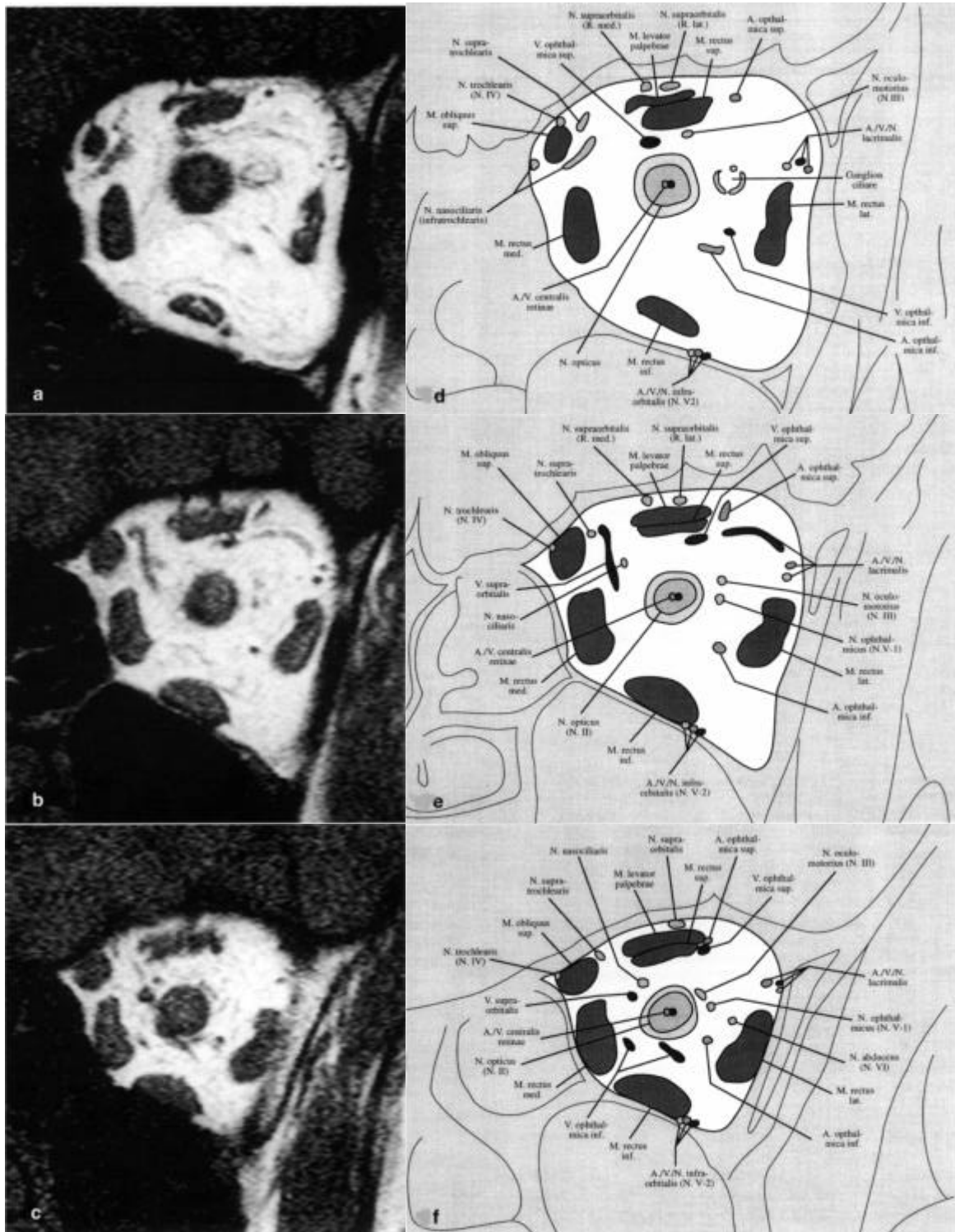


Abb. 1-4: a-f . Gegenüberstellung koronarer Schichtbilder eines Normalbefundes der Orbita mit anatomischen Skizzen, a-c: Serie von koronaren T1-gewichteten MRT-Bildern (Schichtdicke 2 mm, Schichtabstand 4 mm) mit der 5-cm-Spule. d-f: korrespondierende anatomische Skizzen zu den koronaren MRT-Bildern. (aus: [4])

1.2 Embryologie und Physiologie der Orbita

1.2.1 Die Orbita

Die Verknöcherung des Primordialkraniums beginnt im 2. Embryonalmonat. Im Orbitalbereich gehören hierzu die Pars orbitalis des Stirnbeins, das Keilbein und das Siebbein. Alle anderen Knochen der Augenhöhle werden als Deck- oder Belegknochen direkt aus dem Mesenchym, also ohne Durchlaufen eines knorpeligen Vorstadiums, gebildet. Bei den sehr umfangreichen Umwandlungen des Primordialkraniums, die zur Ausbildung des menschlichen Hirn- und Gesichtsschädels führen und die Augen parallel stellen, werden einzelne knorpelig vorgebildete Skeletteile, so auch die Pars orbitalis des Stirnbeins, wieder zurückgebildet und dann später durch Deckknochen ersetzt, die den veränderten Verhältnissen angepaßt sind. Der Verknöcherungsprozeß der Orbita ist zur Zeit der Geburt noch nicht abgeschlossen. Das Knochenwachstum der Orbita wird maßgeblich durch induktive formative Reize des Orbitainhalts gesteuert [58].

Die knöcherne Orbita spielt eine wichtige Rolle beim Schutz des Augapfels und der Weichteilstrukturen.

1.2.2 Extraokuläre Muskulatur

Die Muskeln werden aus dem cranialen Mesoderm gebildet, welches das sich entwickelnde Auge umgibt [59]. Die mesenchymale Masse teilt sich in einzelne Muskeln. Der Levatormuskel wird zuletzt gebildet und entwickelt sich aus dem Mesenchym des M. rectus superior. Diese Muskeln sind hoch spezialisiert für schnelle, exakte und anhaltende Kontraktionen und widerstehen Ermüdungserscheinungen. Die vier geraden Muskeln und die beiden schrägen Muskeln ermöglichen die Rotation des Augapfels. Der M. rectus lateralis wird vom N. abducens und der M. obliquus superior vom N. trochlearis versorgt. Zweige des N. oculomotorius versorgen die übrige Muskulatur.

1.3 Pathologie der Orbita

1.3.1 Exophthalmus

Der Augapfel befindet sich physiologisch im anterioren Anteil der Orbita. Als Exophthalmus wird das Hervortreten des Augapfels aus der Orbita definiert. Dieses kann durch jede orbitale

Raumforderung oder eine Vermehrung des Orbitavolumens entstehen. Der akute Exophthalmus kann bei einer Fraktur der medialen Orbitawand auftreten, in dem Luft aus den Nasennebenhöhlen in die Orbita eintritt aber auch bei traumatischer oder spontaner Blutung innerhalb der Orbita [60]. Ein intermittierender Exophthalmus tritt auf, wenn der Augapfel bei Änderung der Körperhaltung, beim Husten oder bei Ereignissen, die zur Blutstauung im Kopf führen, vorverlegt wird. Er kann aber auch ohne irgendeine offensichtliche Ursache schleichend auftreten, seine primäre Ursache liegt dann häufig in einer Varizenbildung innerhalb der Orbita [61, 62]. Ein pulsierender Exophthalmus wird im allgemeinen meist durch eine Verbindung der A. carotis mit dem Sinus cavernosus, oder primär als Folge eines Traumas oder sekundär nach Ruptur eines Karotisaneurysmas innerhalb des Sinus cavernosus bedingt [63].

Ein einseitiger Exophthalmus ist häufig die Folge einer lokalen Verletzung, während der bilaterale Exophthalmus durch generalisierte Krankheiten verursacht wird, wie z.B. die endokrine Orbitopathie, Xanthomatosis und Dyskrasie des Blutes. Jedoch gibt es Ausnahmen, so verursacht zum Beispiel die endokrine Ophthalmopathie am Anfang oft einen einseitigen Exophthalmus, welcher sich später bilateral manifestieren kann [64, 65, 66]. Ein Exophthalmus kann durch verschiedene Faktoren vorgetäuscht werden, unter anderem durch eine Retraktion des Augenlids, eine abgeflachte Orbita, einen kongenitalen Makroophthalmus oder starke Myopie. Man spricht dann von einem Pseudoexophthalmus [67].

1.3.2 Enophthalmus

Ein Enophthalmus bezeichnet ein tiefes Zurücksinken des Augapfels in die Orbitahöhle. Ursache ist hier meist ein Trauma, er kann aber auch kongenital oder durch Entzündungen entstehen. Wenn er angeboren ist, ist er im allgemeinen bilateral und mit anderen kongenitalen Defekten, wie Mikroophthalmus und Ptosis assoziiert. Jede mögliche Reduktion des Orbitafettes kann einen Enophthalmus verursachen. Ein traumatischer Enophthalmus wird primär durch eine Orbitabodenfraktur verursacht, indem der Augapfel mit samt seines Inhaltes in den Sinus maxillaris prolabierte [68, 69].

1.3.3 Entzündungen und Infektionen

Orbitainfektionen zählen zu den häufigsten primären intraorbitalen Krankheitsprozessen, zugrundeliegende Ursachen sind meist eine Sinusitis maxillaris oder ethmoidalis [69].

Pilzinfektionen, die sich auf die Orbita ausdehnen, zeigen sich aufgrund der Prävalenz von immunsupprimierten Patienten häufiger [70, 71].

Die **orbitale Zellulitis** ist ein sekundärer intraorbitaler Krankheitsprozess und verursacht hauptsächlich Erkrankungen in den fünf folgenden Ausprägungen: (1) präseptale Entzündung (Augenlidödem oder -abszess), (2) subperiostale Entzündung (Phlegmone und Abszeß), (3) orbitale Zellulitis, (4) orbitaler Abszess und (5) venöse Thrombose (Augenvene und Sinus cavernosus) [72]. Die Hauptverursacher der orbitalen Zellulitis sind Bakterien, Pilz und Viren, eine eher seltene Ursache sind Parasiten. Die bildgebenden Verfahren sind sehr nützlich, um im akuten Stadium einer Entzündung die subperiostale Phlegmone, welche normalerweise konservativ behandelt wird, vom subperiostalen Abszeß, der einen chirurgischen Eingriff erfordert, zu unterscheiden [73, 74]. Orbitainfektionen können sich auf den Bulbus ausdehnen und eine Endophthalmitis verursachen [75].

Orbitaentzündungen sind kaum erforscht und ausreichende Klassifikationsschemata existieren bisher nicht. Corticosteroide ist immer noch die bevorzugte Initialbehandlung. Erfolgreichen Einsatz finden auch Bestrahlungen und nicht-steroidale entzündungshemmende Medikationen. Der **Orbitapseudotumor** bezeichnet eine Fülle unspezifischer idiopathischer Entzündungen der Orbita. Diese Erkrankung, welche alle Orbitastrukturen befallen kann, ist eine der häufigsten Ursachen des Exophthalmus und tritt in ähnlichen Größenordnungen bei beiden Geschlechtern auf [76]. Die Ätiologie der Orbitapseudotumoren ist unbekannt, aber Infektionen, Störungen des Autoimmunsystems und eine abnorme Wundheilung sind als mögliche Ursachen in Erwägung zu ziehen [77]. Die Diagnose des Pseudotumors basiert auf Kombination klinischer, radiologischer und histopathologischer Befunde und wird nach Ausschluß der spezifischen systemischen und lokalen Erkrankungsmöglichkeiten gestellt. Die radiologische Bewertung erfolgt mittels CT und MRT, korrelieren die bildgebenden Befunde mit den klinischen Befunden, kann in den meisten Fällen eine Diagnose gestellt und die Durchführung einer Biopsie umgangen werden. Histopathologische Stansen von Pseudotumoren zeigen gemischte entzündliche Infiltrate mit fibrotischen Anteilen unterschiedlichen Grades sowie reaktive lymphatische Hyperplasien [78, 79, 80].

Die endokrine Orbitopathie (Morbus Basedow) ist eine progressive Augenerkrankung, die durch eine immunologische Entzündung der extraokulären Muskeln und des Bindegewebes gekennzeichnet ist. Am häufigsten sind der M. rectus medialis und der M. rectus inferior betroffen. Die endokrine Orbitopathie ist Hauptverursacher der Protusio bulbi bei Erwachsenen

und tritt bevorzugt bei Frauen im Alter zwischen 30 und 50 Jahren auf. Bildgebende Verfahren zeigen hier einen vergrößerten Muskelumfang mit relativ dünner Sehne [81]. Die MRT kann hier hilfreich zur Differenzierung der Bestimmung von Muskelveränderungen sowie zur Abgrenzung von Ödem, Fibrose und Fettdegenerationen sein und damit eine standardisierte Therapie ermöglichen [64, 65, 66]. Bei bekannter immunologischer Ursache sind die exakten pathophysiologischen Mechanismen der endokrinen Orbitopathie weiterhin unbekannt [81].

Die **Orbitamyositis** und der Pseudotumor zählen zur Untergruppe der unspezifischen entzündlichen Orbitasyndrome und werden primär durch eine Entzündung der extraokulären Muskeln gekennzeichnet. Die klinischen Hauptsymptome sind Schmerzen bei Augenbewegung, meist akut einsetzend und eine rasche Besserung auf Corticosteroidtherapie. In der Bildgebung zeigen sich vergrößerte Muskelbäuche und verdickte Sehnen. Obwohl die Ursache der orbitalen Myositis unbekannt ist, ist ein immunvermittelter pathophysiologischer Mechanismus wahrscheinlich [82, 83]. Sie tritt am häufigsten im jüngeren bis mittleren Erwachsenenalter mit einer weiblichen Prädominanz von 2:1 auf [82].

1.3.4 Tumoren der Orbita

Orbitatumore im subperiostalen, extrakonalen und muskulären Kompartiment umfassen eine große Vielfalt von Tumoren der unterschiedlichen Gewebe und Metastasen von entfernten Primärtumoren.

Dermoid und Epidermoid sind ektodermale Zysteneinschlüsse, die sich in ihren Inhalten unterscheiden: Epidermoide haben nur squamöses Epithel, während Dermoide Haareinschlüsse, seborrhoide und Schweißdrüsen und squamöses Epithel beinhalten. Beide Formen entstehen durch fetale Einstülpung des Ektoderms im Bereich embryonaler Spalten oder durch unebene Ektodermoberfläche des Neuralrohrs [84]. Ihre typische Lokalisation ist die superiore Orbita meist lateral und temporal nahe der Sutura frontozygomatica [85]. Bei Ruptur kann es zu Komplikationen in Form von Dermoidfisteln und Meningitiden kommen [84, 86].

Eine **Mukozelle** ist eine Retentionszyste der paranasalen Sinus und kann mit seröser, blutiger und eitriger Flüssigkeit gefüllt sein [87]. Die Ätiologie der Mukozelen ist die Verlegung eines Ostiums einer Nasennebenhöhle, die Ursachen der Obstruktionen können sehr vielfältig sein (z.B. Entzündung, Trauma/Polytrauma oder chirurgischer Eingriff) [88]. Ihre Hauptlokalisation ist im

Bereich des Sinus frontalis und Sinus ethmoidalis, im Sinus sphenoidalis und maxillaris sind sie dagegen selten anzutreffen [89].

Das **kavernöse Hämangiom** ist der häufigste Orbitatumor im Erwachsenenalter und ist am häufigsten intrakonal lokalisiert, kann aber in der gesamten Orbita auftreten. Dieser Tumor zeigt ein schleichend progressives Wachstum und bildet sich nicht spontan zurück. Er ist normalerweise glatt begrenzt und rund bzw oval. Das **kapilläre Hämangiom** ist der häufigste Orbitatumor im Kindersalter und wächst während der Proliferationsphase sehr schnell. Später geht es in eine langsame regressive Wachstumsphase und dann in eine Involutionsphase über. Diese Läsion ist häufig extrakonal und normalerweise im superioren nasalen Quadranten [90, 91].

Das **Hämangioperizytom** ist ein seltener Tumor und hat ebenfalls einen vaskulären Ursprung. Es erscheint normalerweise als fleischige, gut abgegrenzte Masse, ist durch langsames Wachstum gekennzeichnet und verursacht keine Schmerzen [92]. Das Hämangioperizytom kann durch fibrovasale Septen in Lappen geteilt werden. Seine biologischen Merkmale zeigen häufig eine gutartige Natur mit einem malignen Potential und eine hochgradige Rezidivwahrscheinlichkeit. Histologisch bestehen diese Tumoren aus zerstreuten, Kapillar-ähnlichen Räumen, die von proliferativen Perizysten umgeben werden [93].

Lymphome sind solide Tumoren des Immunsystems, meist aus B-Zellen bestehend. Mit einer Häufigkeit von 21% bis 64% stellen sie die häufigste extranoduläre Manifestation von Non-Hodgkin-Lymphome dar. Ungefähr 10% der Non-Hodgkin-Lymphome befinden sich in der Kopf- und Halsregion [94]. Lymphoidale Tumoren machen 10% bis 15% der Orbitatumoren aus. Lymphoidale Neoplasmen der Orbita sind in ihrer histologischen Ausprägung sehr unterschiedlich und beinhalten ein Spektrum von bösartigen Lymphomen über gutartige Pseudolymphome oder Pseudotumore bis zu reaktiven und atypischen lymphoidalen Hyperplasien [95]. Die häufigsten zytologischen Formen des bösartigen Lymphoms in der Orbita zeigen Histiozyten und Lymphozyten in den verschiedenen Graden der Differenzierung.

Das **Lymphangiom** der Orbita ist ein Gefäßtumor der Orbita und tritt bei Kindern und jungen Erwachsenen auf [96]. Im Gegensatz zum schnellen, selbst-limitierenden Wachstum des infantilen kapillären Hämangioms, vergrößern sich Lymphangiome allmählich und progressiv während der Wachstumsjahre und treten meist extrakonal auf. Kavernöse Lymphangiome bestehen aus empfindlichen, Endothel-ähnlichen, mit Lymphe gefüllten Sinus, die wegen ihrer Kapsellosigkeit in das umgebende Bindegewebe einwachsen können. Das interstitielle Gewebe

zeigt häufig lymphoide Follikel mit lymphozytischem Infiltrat. Spontane Blutungen innerhalb der Läsion sind häufig anzutreffen [97].

Das **Rhabdomyosarkom** der Orbita ist der am häufigsten vorkommende, primär bösartige Orbitatumor im Kindesalter. Es wird vermutet, dass es sich nicht aus dem Muskel entwickelt, sondern aus undifferenzierten Mesenchymzellen mit dem Vermögen, sich in gestreifte Muskeln zu differenzieren [98, 99]. Überwiegend ist das männliche Geschlecht betroffen und das Durchschnittsalter des Krankheitsausbruchs liegt um das siebente Lebensjahr herum. Histologisch werden drei Subtypen unterschieden: embryonaler, alveolärer und pleomorpher Typ. Der embryonale Typ ist der häufigste; der alveoläre Typ tritt normalerweise bei jungen Erwachsenen auf; der pleomorphe Typ ist der seltenste [100].

Meningeome der Orbita umfassen Tumore mit Entstehung innerhalb der Orbita (primärer Typ) und denen, die einen intrakranialen Ursprung haben (sekundärer Typ) und auf die Orbita übergreifen können. Den primären Typus kann man in Tumore unterteilen, welche innerhalb der Scheide des intraorbital verlaufenden Teil des N. opticus auftreten und denen, die anderswo in der Orbita, insbesondere entlang der Orbitaseite der Ala major des Os sphenoidale entstehen. Die sekundären Tumore mit orbitaler Beteiligung entstehen ebenfalls meist im Bereich des Os sphenoidale, in der basofrontalen Region, dem Bereich um die Sella oder an extrakraniellen Orten wie den Nasennebenhöhlen [101]. Die Prävalenz des Meningeoms hat ein Geschlechterverhältnis weiblich zu männlich von etwa 2 zu 1.

Metastasen in der Orbita finden sich in der Choroidea, in den retrobulbären Weichteilgeweben oder Knochenstrukturen. Bei der retrobulbären Metastase kann sowohl der extrakonale als auch intrakonale Raum beteiligt sein. Die Ala major des Os sphenoidale ist der häufigste Ort der Knochenmetastasierung. Die am häufigsten in die Orbita metastasierenden Tumore sind das Mamma-Ca, das Schilddrüsen-Ca, das Prostata-Ca, spinozelluläre Epitheliome, Harnblasentumoren und das Ewing-Sarkom [102, 103]. Das Leitsymptom der intraorbitalen Metastasen ist der Exophthalmus.

1.3.5 Traumata der Orbita

Die Orbita ist ein Ort, der leicht von Traumata betroffen werden kann. Traumafolgen sind im allgemeinen Orbitafraktur, Emphysem, Blutung, Ödem und Fremdkörper.

Die Orbitafrakturen kann man in fünf Grundformen klassifizieren: (a) Orbitabodenfraktur; (b) mediale Wandfraktur; (c) Dach- und Bodenfraktur; (d) laterale Wandfraktur und (e) kombinierte Frakturen einschließlich des Jochbeins, nasoorbital und Le Fort (Typ I-III) [104].

Das **Orbitaemphysem** ist normalerweise die Folge einer Nasennebenhöhlenfraktur; hauptsächlich bei Verletzung des Sinus ethmoidalis, Sinus maxillaris und Sinus frontalis. Einem orbitopalpebral und palpebral gelegenem Emphysem liegt eine Fraktur des Os nacrimalis anterior und der tarsoorbitalen Faszie mit Ruptur des Tränensackes zugrunde [105].

Ein Enophthalmus kann Folge eines Weichteilprolaps des Orbitainhalts in den Sinus maxillaris sein. Unmittelbar nach der Verletzung kann ein Exophthalmus durch ein Orbitaödem oder durch eine Blutung innerhalb der Orbita auftreten [60].

Fremdkörper stellen einen ophthalmologischen Notfall dar. Bei den meisten okulären Traumata ist es wichtig, nach Fremdkörpern zu suchen und sie zu lokalisieren. Komplikationen durch das Eintreten eines Fremdkörpers sind unter anderem Blutungen, traumatische Katarakte, Infektionen und auch chemische Schäden.

1.3.6 Kongenitale Anomalien

Kongenitale Anomalien der Orbita und der Augen resultieren aus fehlerhafter Entwicklung des Embryos und des Fötus. Es gibt viele erbliche und sporadische Anomalien, bei denen die Orbita, die Augäpfel, das angrenzende Orbitagewebe und andere kraniofaziale sowie skelettale Strukturen mit betroffen sind. Unter den Entwicklungsdefekten sind die Neurofibromatose und die fibröse Dysplasie gut geforscht [106].

1.4 Bildgebungsverfahren der Orbita

Diagnostische bildgebende Verfahren nehmen zunehmend eine wichtige Stellung in der Beurteilung ophthalmologischer Krankheiten ein. Diese Verfahren umfassen die konventionelle Radiographie, Ultraschall, CT und MRT.

1.4.1 Konventionelle Röntgenaufnahmen

Diese bildgebende Methode wird bei Orbitatraumata und der Fremdkörperlokalisation eingesetzt, ihre Anwendung in der Orbitatumordiagnostik ist aber deutlich rückläufig. Die konventionelle Tomographie war früher zur Abbildung von Destruktionen, Erosionen, Sklerosen und der Knochendemineralisation an der Schnittstelle Orbita-Nasennebenhöhle und zur Beurteilung des Optikuskanals notwendig. Die meisten dieser Anwendungen sind aber heute durch die CT ersetzt worden.

1.4.2 Ultraschall

Diese Technik ist essentiell zur Auswertung von Augen- und Orbitaveränderungen. Mittels Ultraschall ist es möglich, unterschiedliche Gewebetypen zu differenzieren und z.B. kongestive und entzündliche Orbitastörungen zu unterscheiden. Durch A-Mode- und B-Mode-Sonographie können die Größe, die Position, die Konfiguration, die Oberflächenbeschaffenheit und der innere Aufbau einer Orbitamasse (weich oder hart, fest oder zystisch) entsprechend ihrem Reflexionsvermögen dargestellt werden [40]. Die Farbdoppler-Sonographie (FKDS) ist eine Ultraschallmethode für qualitative und quantitative Blutflussmessungen. Erste Publikationen beschäftigen sich mit der Anwendung der FKDS zur Untersuchung ophthalmologischer Krankheiten, insbesondere bei der Untersuchung von orbitalen Gefäßerkrankungen, des N. opticus und der Retina [107].

1.4.3 Angiographie

Die Angiographie (Arteriographie und Venographie) waren die Verfahren der Wahl in der Untersuchung von intraorbitalen und paraorbitalen Erkrankungen, bevor sie durch die Entwicklung der CT-, US- und MRT-Techniken an Bedeutung verloren hat [108]. Die vaskuläre Untersuchung beschränkt sich heute nur noch auf die Diagnostik von Gefäßmißbildungen oder Gefäßtumoren innerhalb oder um die Orbita.

1.4.4 Computertomographie

Seit die CT in den frühen siebzigen Jahren in die klinische bildgebende Diagnostik eingeführt wurde, haben die hohen räumlichen Auflösungen und die Schnittbilddarstellung die Orbitadiagnostik revolutioniert [3]. Die CT liefert wertvolle morphologische und topographische Bilder der Orbitastrukturen. Dies ermöglicht eine genauere Abbildung eines pathologischen Prozesses. Insbesondere die Kontrastverbesserung der CT-Technik trägt weiter zur Charakterisierung der verschiedenen Läsionstypen innerhalb der Orbita bei. Viel CT-Scanner sind heute fähig, Rekonstruktionen aus axialen Daten in coronalen, sagittalen und schrägen Ebenen durchzuführen. Auch beim heutigen MR-Einsatz hat die CT noch immer ihren Stellenwert bei der Darstellung von knöchernen Strukturen und verkalkten Bereichen [109]. Die zusätzlichen Vorteile des Spiral-CT haben den Einsatz der CT zur Untersuchung der Orbita weiter ausgedehnt, die kürzeren Scan-Zeiten erlauben eine Reduktion der Kontrastmittelmenge und stellen optimal die Postkontrastphase dar, welche in der Routinebildgebung der Orbita eine wichtige Rolle spielt.

1.4.5 Magnetresonanztomographie

Die Magnetresonanztomographie (MRT) stellt ein sehr wichtiges Instrument in der Diagnostik von bulbären und orbitalen Läsion dar und ist der CT in der Darstellung der verschiedenen Weichteilstrukturen weit überlegen. Die HR-MRT der Orbita ermöglicht die Darstellung der anatomischen Details einschließlich der wichtigen Blutgefäße, Muskeln, Nerven und Bindegewebestrukturen und der pathologischen Prozesse in der Orbita und somit eine differenzierte Darstellung der Veränderungen [79]. Die Rolle der MRT hat bei der Untersuchung der Orbita durch die Entwicklung spezieller Oberflächenspulen mit entsprechender Software, welche die hohe Auflösung des dünn-schichtigen Scannens ohne Verlängerung der Messzeit ermöglichen, an Wertigkeit hinzugewonnen [4].

2. Fragestellung

Die Bildgebung spielt eine Hauptrolle in der Diagnostik und der Behandlungswahl bei Orbitaerkrankungen. Eine Anzahl unterschiedlicher bildgebender Verfahren kann verwendet werden, durch die hohe Weichteilauflösung und die nicht vorhandene Strahlenexposition gilt die hochauflösende Magnetresonanztomographie (HR-MRT) als wertvollste Methode in der Diagnostik von Orbitaerkrankungen.

Viele aktuelle radiologische Publikationen haben auf den großen Nutzen der HR-MRT in Bezug auf die Orbitaanatomie und okuläre Erkrankungen hingewiesen, jedoch sind in diesem Zusammenhang nur wenig Informationen über retrobulbäre Erkrankungen vorhanden.

Zweck dieser Studie war die Zusammenfassung der wichtigen Manifestationen und das Aufstellen der wichtigen Kriterien für die Diagnose der Erkrankungen der subperiostalen und extrakonalen Orbitakompartimente und der Augenmuskulatur mittels der HR-MRT.

Folgende Fragen sollten dabei bearbeitet werden:

- 1) Wie stellen sich die Manifestationen dieser Erkrankungen in der HR-MRT dar ?
- 2) Wie können die Differentialdiagnosen abgegrenzt werden?

3. Patienten und Methoden

3.1 Patienten

224 Patienten mit Orbitaerkrankungen wurden retrospektiv hinsichtlich der Pathologie untersucht. 77 dieser Patienten (34,4%) waren Männer und 147 (65,6%) waren Frauen, das Durchschnittsalter lag bei 48,7 Jahren (Alterspanne 1 bis 91 Jahre). Die demographischen Daten sind in Abbildung 3-1 zusammengefaßt.

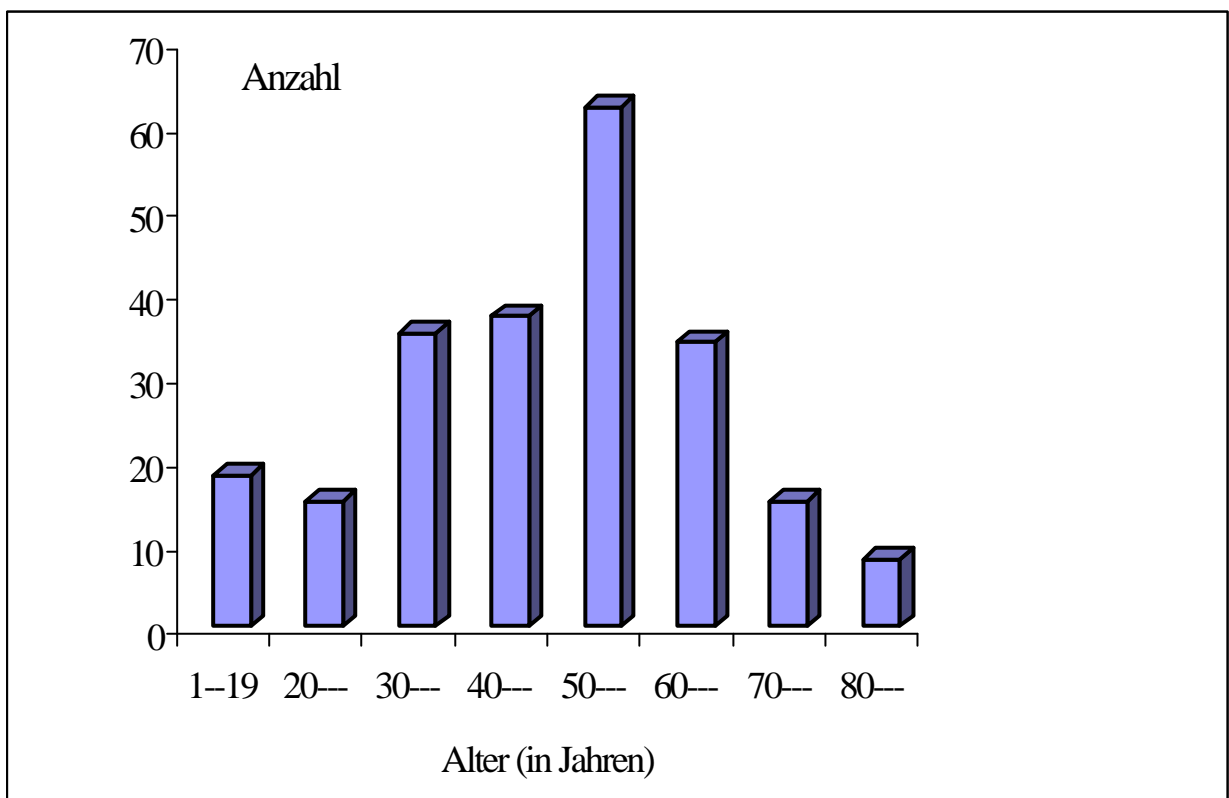


Abb. 3-1: Altersverteilung der Patienten mit Orbitaerkrankungen zum Zeitpunkt der Untersuchung

Die Enddiagnose aller Patienten wurde anhand von Operationen, Biospien oder über langfristige Verlaufsuntersuchungen gestellt, eine Auflistung aller gefundenen Diagnosen folgt in Tabelle 3-1.

Tabelle 3-1: Enddiagnosen der Orbitaerkrankungen

Art der Läsionen	Patientenanzahl
Epidermoid	6
Dermoid	6
Cholesterolzyste	1
Mukozele	5
Karziom der Nasennebenhöhlen	6
Keilbeinmenigiom	9
Basaliom	1
Plasmozytom	1
Lymphom	18
Lymphangiom	1
Neurinom	2
Neurofibrom	1
Rhabdomyosarkom	5
Hämangiom	3
Hämangioperizytom	2
Metastase	7
Endokrine Orbitopathie	128
Myositis	9
Pseudotumor	3
Phlegmone	3
Trauma	
Hämatom	3
Emphysem	1
Fremdkörper	1
Inkarzeration von Muskeln	1
Atrophie der extraokulären Muskeln	1
gesamt	224

3.2 Methoden

Alle 224 nachfolgend beschriebenen Patienten wurden in der Klinik für Strahlenheilkunde wegen orbitaler Erkrankungen mittels MRT untersucht. Die Patienten entstammen einem Augen-Archiv, welches insgesamt 1932 Patienten enthielt. Der Einschluss der Patienten in die Studie erfolgte nach folgenden Kriterien:

- 1) durchgeführte Untersuchung mit hochauflösender MRT
- 2) histologische Sicherung der Diagnose
- 3) Lokalisation des Befundes im extrakonalen oder subperiostalen Kompartiment oder in den Augenmuskeln
- 4) gute Bildqualität

3.2.1 MRT-Untersuchungstechnik

Die MRT-Untersuchungen wurden bei allen Patienten mit einem 1,5-T-MRT-Gerät durchgeführt (Magnetom SP63, Siemens, Erlangen, Deutschland). Bilaterale Orbitauntersuchungen wurden mit einer 12 cm durchmessenden Orbitaspule durchgeführt, bei unilateralen Untersuchungen kam eine 5 cm durchmessende Orbitaspule zum Einsatz. Diese Spulen wurden speziell für den Bedarf der Orbitadarstellung konstruiert und mit einer antimagnetischen Sicherung ausgerüstet, um die Patienten vor lokaler Erhitzung zu schützen. Für die Reduktion der Bewegungsartefakte wurde der Kopf der zu untersuchenden Patienten fixiert, indem Sandsäcke an die Seiten des Kopfes gestellt wurden. Die Spule wurde etwa 1 cm über dem jeweiligen Auge positioniert. Im Anschluß wurden Scans mit 2 bis 5 mm Schichtdicke und einem Zwischenabstand von 0 bis 0,8 mm angefertigt. Zunächst wurden T2-gewichtete Bilder (n=132) oder schnelle T2-gewichtete Bilder (n=92) und T1-gewichtete Bilder in transversalen Schnittebene erstellt. Nach i.v.-Applikation von 0,1 mmol/kg Magnevist[®] Schering (n=82) wurden T1-gewichtete Bilder in transversalen und abhängig von der Stelle der größten Tumorausdehnung in einer zusätzlichen Ebene, in koronarer und/oder sagittaler Schnittdurchführung angefertigt. Zusätzlich wurden fettgesättigte Sequenzen (n=51) durchgeführt, um den Tumor vom Orbitafett abzuheben. Wenn klinisch primär nach endokriner Orbitopathie gefragt wurde, wurden diese Patienten routinemäßig ohne Kontrastmittelapplikation untersucht (n=128).

Die in unserer Studie eingesetzten Sequenzenparameter waren wie folgt:

- T1-gewichtete Sequenz: Repetitionszeit (TR) 550-620 ms, Echozeit (TE) 14-20 ms, 3 Akquisitionen, Bandbreite 78 Hz, FOV 80-180 mm, Matrix 256 x 256 Pixel, Schichtdicke 2 bis 5 mm, Dauer 3:46 min.
- T2-gewichtete Sequenz: TR 2300 ms, TE 15-90 ms, 1 Akquisition, Bandbreite 65 Hz, FOV 150 mm, Matrix 240 x 256 Pixel, Schichtdicke 2 bis 5 mm, Dauer 5:52 min
- Schnelle T2- gewichtete Sequenz: TR 4600 ms, TE 90 ms, 2 Akquisitionen, Bandbreite 78 Hz, FOV 90 mm, Matrix 240 x 256 Pixel, Schichtdicke 2 bis 5 mm, Dauer 2:12 min

3.2.2 Datenanalyse

3.2.2.1 Auswertungen der Bilder

Für die Auswertung der Bildmanifestationen der Erkrankungen wurden die charakteristischen Merkmale der in unserer Studie eingesetzten HR-MRT wie folgt festgelegt (Tabelle 3-2):

Die Kriterien waren: die Lokalisation, die Größe, die Form, die Umrandung, die Ausdehnung, angrenzenden Strukturen und die Signalintensität.

Die Anzahl der beteiligten Orbitae (unilaterale oder bilaterale Beteiligung) und die Art der Ausdehnung (lokal oder diffus) wurden festgehalten. Die Lokalisation der Läsion wurde durch Position ihres Hauptteils oder ihres Zentrums festgestellt. Eine diffuse Krankheit wurde definiert, wenn ihr Hauptteil in zwei oder mehr Orbitalräumen infiltrierte. Eine Läsion wurde nicht als eine diffuse Krankheit angesehen, wenn sie sich überwiegend in einem Kompartiment befand und nur von einer Deformation begleitet war z.B. eine Verlagerung oder lokale Infiltration der angrenzenden Struktur. Sie wurden mit leicht bewertet, wenn sie in den extraokulären Muskeln vorkamen, gleichgültig ob sie die Muskelsehnen infiltrierte oder nicht und welche extraokuläre Muskeln betroffen waren. Entsprechend ihrer Lokalisationen wurden die im subperiostalen Raum vorkommenden Läsionen in Sinus, Meningen, Knochen und subperiostalen Raum unterteilt. Bei Knochenbeteiligung wurden die Knochenveränderungen wie Defekt, Hyperplasie, Fraktur oder Destruktion vermerkt. Für die Volumeneinschätzung eines Tumors wurden folgende Gruppen kategorisiert:

- 1) kleine Läsion mit einem Volumen weniger als 1,0 ml
- 2) mittlere Läsion mit einem Volumenbereich zwischen 1,0 bis 3,0 ml
- 3) große Läsion mit einem Volumen größer als 3,0 ml

Tabelle 3-2: Charakteristischer Abbildungsmerkmale für die Bewertung der Orbitaerkrankungen

Charakteristischer Abbildungsmerkmale für HR-MRT-Bewertung
Lokalisation einseitige Beteiligung bilaterale Beteiligung diffuse Beteiligung subperiostaler Raum extrakonaler Raum Muskelbeteiligung einzelne Muskelbeteiligung Multimuskulbeteiligung Muskelbauchbeteiligung Muskelsehne- und -bauchbeteiligung Beteiligung des M. rectus sup. Beteiligung des M. rectus inf. Beteiligung des M. rectus med. Beteiligung des M. rectus lat. Beteiligung des M. obliquus sup. Beteiligung des M. obliquus inf. Beteiligung des M. levator palpebrae sup.
Größe Volumen unterhalb 1,0 ml Volumenbereich von 1,0 bis 3,0 ml Volumen größer 3,0 ml
Form rund elliptisch lang (röhrenförmig) unregelmäßig
Umrandung schlecht abgrenzbar gut abgrenzbar
Ausdehnung intraokuläre Beteiligung intrakonale Beteiligung intrakraniale Beteiligung Metastase
Angrenzende Struktur Muskeln: Verlagerung, Deformation, Infiltration Augapfel: Verlagerung, Deformation, Infiltration N. opticus: Verlagerung, Deformation, Infiltration retrobulbärer Fettkörper: Defekt, Infiltration Orbitaknochen: Destruktion, Defekt, Hyperplasie, Fraktur
Signalintensität homogen oder inhomogen hyperintense, isointense, hypointense (verglichen mit dem Muskel) ausgewertet auf T2WI, T1WI und nach Kontrastmittelgabe

Die Formen der Krankheiten wurden definiert in rundes, elliptisches, längliches (röhrenförmiges) und unregelmäßiges (inklusive würfelförmiges) Auftreten. Die runde Form wurde durch das Verhältnis des langen zu kurzen Durchmesser kleiner als oder gleich 1,5 festgelegt, während die elliptischen und langen (röhrenförmigen) Form das Verhältnis größer als 1,5 und 4,0 aufwies. Würfelförmig wachsende Tumoren wurden als „unregelmäßige Form“ eingestuft. Die Signalintensität des Tumors wurden im Vergleich mit der Muskulatur als homogen oder inhomogen und hyperintense, isointense oder hypointense auf T2-gewichteten Bildern, T1-gewichteten Bildern und Bildern nach Kontrastmittelgabe eingeteilt.

3.2.2.2 Statistische Analysen

Die Sensitivität, die Spezifität, die Diagnosegenauigkeit, der positive Vorhersagewert und der negative Vorhersagewert der HR-MRT bei Orbitaerkrankungen, die normalerweise schwierig zu differenzieren waren, wurden ausgewertet. Ein statistischer Vergleich zwischen ausgewählten Patientengruppen wurde unter Anwendung des Chi-Quadrat-Testes und Exakt-Tests (SPSS 9.0 für Windows) durchgeführt. P-Werte kleiner als 0,05 galten als statistisch signifikant.

4. Ergebnisse

Alle 224 ausgewerteten Patienten, hatten pathologische Veränderungen in der HR-MRT. Die Alters- und Geschlechterverteilung werden in der Tabelle 4-1 gezeigt.

Tabelle 4-1: Die Verteilung des Alters und der Geschlechter von 224 Patienten

Diagnose	Anzahl	Alter		Geschlecht		spezielle Anamnese
		Durchschnitt	Spanne	männlich	weiblich	
Epidermoid	6	29,1	1-70	5	1	0
Dermoid	6	18,7	1-39	3	3	0
Cholesterolzyste	1	50,0	50	1	0	0
Mukozele	5	55,4	43-71	3	2	0
Karzinom der NNH	6	42,5	24-65	4	2	0
Keilbeinmeningeom	9	53,0	45-65	2	7	0
Basaliom	1	65,0	65	1	0	0
Plasmozytom	1	43,0	43	0	1	0
Lymphom	18	59,3	8-91	10	8	0
Lymphangiom	1	18,0	18	1	0	0
Neurinom	2	64,5	61-68	1	1	0
Neurofibrom	1	6,0	6	0	1	0
Rhabdomyosarkom	5	7,0*	4-30	1	4	0
Hämangiom	3	58,3	32-81	1	2	0
Hämangioperizytom	2	62,0	53-71	0	2	0
Metastase	7	63,6	52-79	5	2	5
Endokr. Orbitopathie	128	51,2	12-87	27	101	128
Myositis	9	35,4	28-58	4	5	0
Pseudotumor	3	45,0	18-63	3	0	3
Phlegmone	3	37,7	5-76	1	3	3
Trauma	6	45,8	29-65	4	2	6
Muskelatrophie	1	32,0	32	0	1	1
gesamt	224	48,7	1-91	77	147	146

* Mittelwert des Alters 12,6 Jahre, medianes Alter 7 Jahre

Alle Patienten mit endokriner Orbitopathie, Phlegmonen, Pseudotumoren und Traumata hatten spezielle Krankengeschichten. 70% der Patienten (5 von 7) mit Metastasen hatten eine gesicherte primäre Tumoranamnese (2 Melanome, jeweils einen Fall mit Mamma-Ca, Bronchial-Ca und Prostata-Ca), nur 30% (2 von 7) hatten eine unklare primäre Tumoranamnese. Alle Patienten mit endokriner Orbitopathie hatten anamnestisch bekannte Schilddrüsen-Erkrankungen, davon waren

etwa 80% (101 von 128) weiblich und 73% (93 von 128) waren zwischen 30 und 60 Jahre alt. Bei den Rhabdomyosarkomen waren 4 von 5 Patienten im Kindesalter und das mittlere Alter betrug 7 Jahre.

4.1 HR-MRT Manifestationen der Orbitaerkrankungen in Bezug auf die Lokalisation

Von 224 Patienten hatten 101 (45,1%) eine bilaterale Pathologie und 123 (54,9%) eine unilaterale Pathologie (linksseitig n=67; rechtsseitig n=56). Die Anzahl der Erkrankungen im subperiostalen und extrakonalen Kompartiment, in den Muskeln und die diffusen Erkrankungen betrugen 38, 35, 95 beziehungsweise 56.

Die Lokalisationen der Orbitaerkrankungen werden in Tabelle 4-2 und Tabelle 4-3 gezeigt.

Tabelle 4-2: Die differenzierte Aufschlüsselung der Orbitaerkrankungen (unilateral oder bilateral)

Diagnose	gesamt	unilateral	bilateral
Epidermoid	6	6	0
Dermoid	6	6	0
Cholesterolzyste	1	1	0
Mukozele	5	5	0
Karzinom der NNH	6	6	0
Keilbeinmeningeom	9	9	0
Basaliom	1	1	0
Plasmozytom	1	1	0
Lymphom	18	17	1
Lymphangiom	1	1	0
Neurinom	2	2	0
Neurofibrom	1	1	0
Rhabdomyosarkom	5	5	0
Hämangiom	3	3	0
Hämangioperizytom	2	2	0
Metastase	7	7	0
Endokr. Orbitopathie	128	28	100
Myositis	9	9	0
Pseudotumor	3	3	0
Phlegmone	3	3	0
Trauma	6	6	0
Muskelatrophie	1	1	0
gesamt	224	123	101

Tabelle 4-2 zeigt die unilaterale oder bilaterale Verteilung von 224 Patienten mit Orbitaerkrankungen. 100 von 128 (78,1%) Patienten mit endokriner Orbitopathie hatten eine bilaterale Pathologie, alle weiteren Erkrankungen in dieser Reihe waren bis auf ein Lymphom unilateral.

Tabelle 4-3: Die Lokalisationen der Orbitaerkrankungen (orbitale Kompartimente)

Diagnose	gesamt	subperiostal	extra- kon- al	Muskeln	diffus	x ² -Test	
						x ²	p-Wert
Epidermoid	6	5	1	0	0	17,8	<0,01
Dermoid	6	5	1	0	0	17,8	<0,01
Cholesterolzyste	1	1	0	0	0		NS
Mukozele	5	5	0	0	0	22,1	<0,01
Karzinom der NNH	6	6	0	0	0	26,0	<0,01
Keilbeinmeningeom	9	9	0	0	0	37,0	<0,01
Basaliom	1	0	0	0	1		NS
Plasmozytom	1	1	0	0	0		NS
Lymphom	18	1	13	1	3	34,4	<0,01
Lymphangiom	1	0	1	0	0		NS
Neurinom	2	0	1	0	1		NS
Neurofibrom	1	0	0	0	1		NS
Rhabdomyosarkom	5	0	3	0	2	9,2	<0,05
Hämangiom	3	0	3	0	0	15,1	<0,01
Hämangioperizytom	2	0	2	0	0	10,3	<0,05
Metastase	7	2	4	1	0	10,5	<0,05
Endokr. Orbitopathie	128	0	5	81	42	35,6	<0,01
Myositis	9	0	0	9	0	11,6	<0,01
Pseudotumor	3	0	0	0	3	8,7	<0,05
Phlegmone	3	0	0	0	3	8,7	<0,05
Trauma	6	3	1	2	0		NS
Muskelatrophie	1	0	0	1	0		NS
gesamt	224	38	35	95	56		

NS: nicht signifikant

Tabelle 4-3 zeigen die Verteilung von 224 Patienten mit Orbitaerkrankungen in Bezug auf die Kompartimente. 5 von 6 (83,3%) Epidermoide, 5 von 6 (83,3%) Dermoiden, 6 von 6 (100,0%) Nasennebenhöhlenkarzinome, 9 von 9 (100,0%) Keilbeinmeningeome und 5 von 5 (100,0%) Mukozelen waren nur im subperiostalen Kompartiment lokalisiert. Diese 5 Krankheiten entstanden häufig im subperiostalen Kompartiment ($p < 0,01$); 13 von 18 (72,2%) Lymphome, 3

von 5 (60,0%) Rhabdomyosarkome, 3 von 3 (100,0%) Hämangiome, 4 von 7 (57,1%) Metastasen und 2 von 2 Hämangioperizytome waren nur im extrakalen Kompartiment lokalisiert. 9 von 9 (100,0%) Myositisfälle lagen in der Muskulatur ($p < 0,01$). Es gab 128 Patienten mit einer endokrinen Orbitopathie, davon zeigten 81 (63,3%) den Befall eines Muskels, 5 zeigten nur einen Befall des retrobulbären Fettgewebes, bei 42 waren zwei Augenmuskeln und das retrobulbäre Fettgewebe befallen. 3 von 3 (100,0%) Pseudotumore, 3 von 3 (100,0%) Phlegmonen, 3 von 18 (16,7%) Lymphome und 2 von 5 (40,0%) Rhabdomyosarkome waren diffus verteilt.

4.1.1 Die Erkrankungen im subperiostalen Kompartiment

Von 224 Patienten waren 77 mit Beteiligung des subperiostalen Kompartimentes erkrankt. Hier zeigte sich bei 38 ein primärer Befund im subperiostalen Kompartiment und bei 11 von 56 Patienten ein sekundärer Befund mit diffusem Kompartimentbefall (Tabelle 4-4).

Tabelle 4-4: Die Lokalisationen der Erkrankungen im subperiostalen Kompartiment

Diagnose	gesamt	davon subperiostal	Sinus und Knochen	subperiostal /Knochen	Meningen /Knochen	diffus	x ² -Test	
							x ²	p-Wert
Epidermoid	6	5	0	5	0	0	8,7	<0,05
Dermoid	6	5	0	5	0	0	8,7	<0,05
Cholesterolzyste	1	1	0	1	0	0		NS
Mukozele	5	5	5	0	0	0	11,0	<0,05
Karzinom der NNH	6	6	6	0	0	0	12,8	<0,01
Keilbeinmeningeom	9	9	0	0	9	0	23,7	<0,01
Plasmozytom	1	1	1	0	0	0		NS
Metastase	7	2	0	2	0	0		NS
Trauma	6	3	0	3	0	0		NS
Neurinom	2	1	1*	1*	1*	1		NS
Lymphom	18	4	1	3*	0	3		NS
Neurofibrom	1	1	0	1*	0	1		NS
Rhabdomyosarkom	5	2	0	2*	1*	2		NS
Basaliom	1	1	1*	1*	0	1		NS
Phlegmone	3	3	3*	1*	0	3	8,6	<0,05
gesamt	77	49	13(5*)	16(9*)	9(2*)	11		

*Die Anzahlen des diffusen Befalls; NS: nicht signifikant

Tabelle 4-4 zeigt die Verteilungen von 49 Patienten mit einem Befund im subperiostalen Kompartiment. Mukozelen und Nasennebenhöhlen-Karzinome waren immer in den Nasennebenhöhlen lokalisiert ($p<0,05$) (Abb. 4-1 und Abb. 4-2). Alle 9 Keilbeinmeningeome (100,0%) gingen mit einem Meningeumbefall und Knochenhyperplasie einher ($p<0,01$). 5 von 6 (83,3%) der Epidermoide und 5 von 6 Dermoide fanden sich gehäuft im orbitalen subperiostalen Kompartiment neben der Sutura und waren von Knochenkompressionsveränderungen begleitet ($p<0,05$) (Abb. 4-3 und Abb. 4-4). Bei 3 von 3 (100,0%) Patienten mit Phlegmone zeigte sich eine Sinusitis ($p<0,05$).

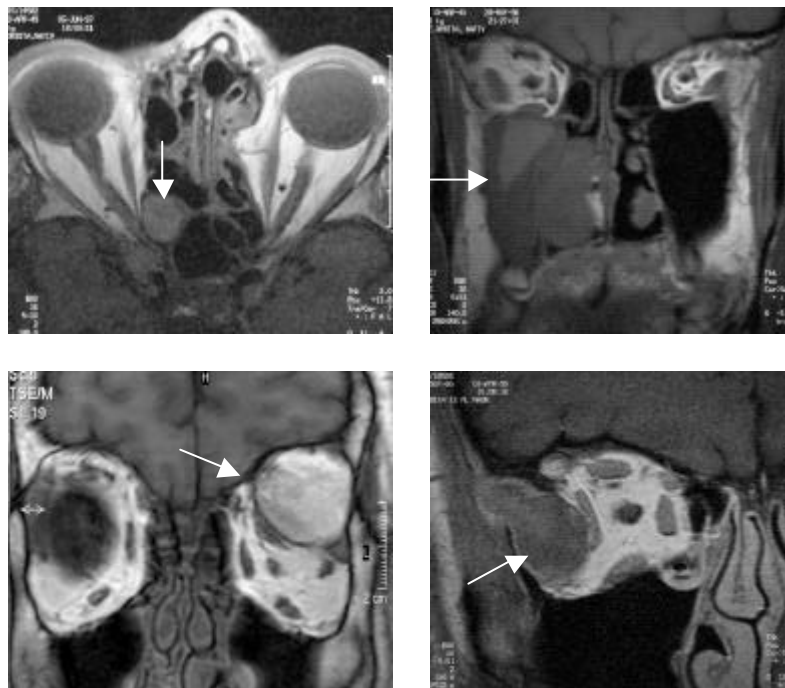


Abb. 4-1 (oben links): Die native, axiale T1-gewichtete MRT zeigt im rechten posterioren Sinus ethmoidalis eine Mukozele von runder Form mit glattem Rand.

Abb. 4-2 (oben rechts): Die native, koronare T1-gewichtete MRT zeigt ein Nasennebenhöhlen Karzinom im rechten Sinus maxillaris, Nasenhaupthöhle und Sinus ethmoidalen.

Abb. 4-3 (unten links): Die native, koronare T1-gewichtete MRT zeigt ein Dermoid im linken subperiostalen Kompartiment neben der Sutura mit Hyperintensität in der T1-gewichteten Sequenz.

Abb. 4-4 (unten rechts): Koronare, T1-gewichtete MRT nach Kontrastmittelapplikation (i.v.), mit Darstellung eines Epidermoids im rechten subperiostalen Kompartiment neben der Sutura ohne Kontrastmittelanreicherung.

4.1.2 Die Erkrankungen im extrakonalen Kompartiment

Von allen 224 Patienten waren 35 Befunde primär nur im extrakonalen Kompartiment und von den weiteren Patienten mit diffusen Verteilungen waren 56 von 56 (100,0%) im extrakonalen Kompartiment. 3 von 5 Rhabdomyosarkomen lagen im oberen medialen Bereich und die 2 anderen waren diffus verteilt. 13 von 18 Lymphome fanden sich am orbitalen Septum des extrakonalen Kompartiments. Die Verteilung der Befunde des extrakonalen Kompartiments ist in Tabelle 4-5 dargestellt.

Tabelle 4-5: Die Lokalisationen der Orbitaerkrankungen des extrakonalen Kompartiments

Diagnose	gesamt	davon extrakonal	nur extrakonal	im diffusen Kompartiment
Epidermoid	6	1	1	0
Dermoid	6	1	1	0
Trauma	6	1	1	0
Lymphangiom	1	1	1	0
Hämangiom	3	3	3	0
Hämangioperizytom	2	2	2	0
Metastase	7	4	4	0
Endokrine Orbitopathie	128	47 (Fettbefall)	5	42
Pseudotumor	3	3	0	3
Phlegmone	3	3	0	3
Basaliom	1	1	0	1
Neurofibrom	1	1	0	1
Neurinom	2	2	1	1
Lymphom	18	16	13	3
Rhabdomyosarkom	5	5	3	2
gesamt	192	91	35	56

Tabelle 4-5 zeigt die Verteilung von 91 Patienten mit Befunden im extrakonalen Kompartiment. 5 von 5 (100,0%) Rhabdomyosarkomen (Abb. 4-5), 16 von 18 (88,9%) Lymphomen (Abb. 4-6), 100,0% der Pseudotumoren, Phlegmonen und Hämangiome (Abb. 4-7), 2 von 2 (100,0%) Hämangioperizytomen, 4 von 7 (57,1%) Metastasen (Abb. 4-8) und 47 von 128 (36,7%) endokrinen Orbitopathien fanden sich im extrakonalen Kompartiment.

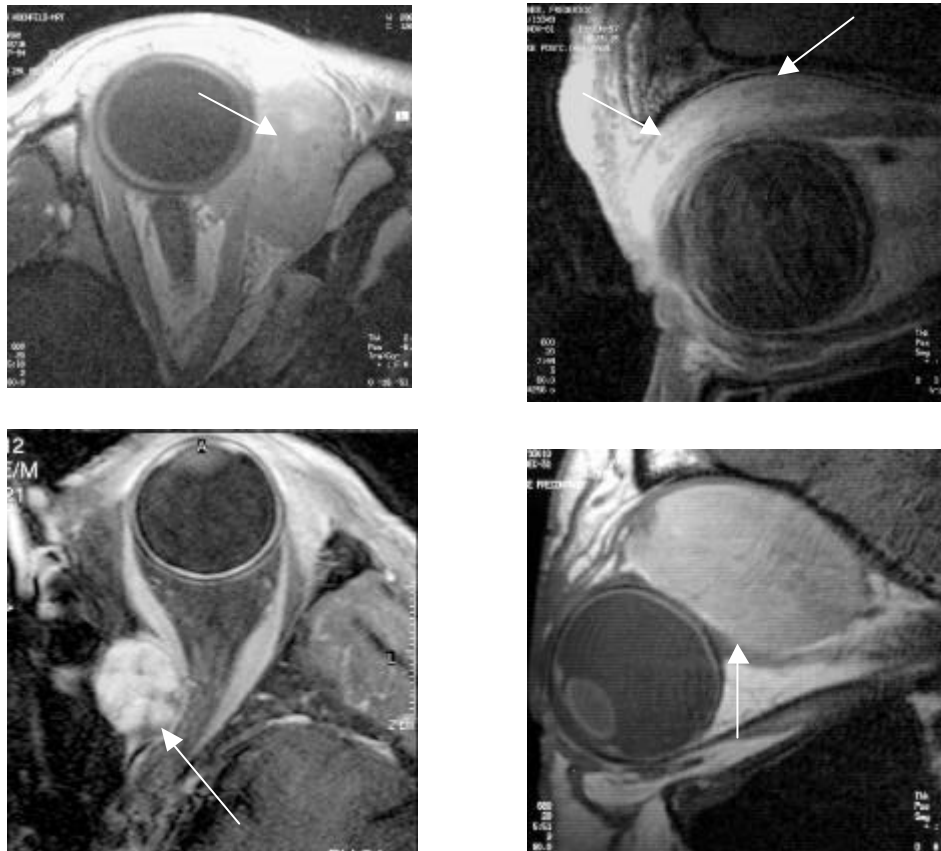


Abb. 4-5 (oben links): Rhabdomyosarkom: axiale, T1-gewichteten MRT mit Kontrastmittelgabe, es zeigt sich eine kontrastmittelaufnehmende Raumforderung im rechten extrakonalen Kompartiment.

Abb. 4-6 (oben rechts): Lymphom: sagittale, T1-gewichtete MRT mit Kontrastmittelgabe, kontrastmittelaufnehmende Raumforderung im linken anterioren Bereich des extrakonalen Kompartimentes am orbitalen Septum.

Abb. 4-7 (unten links): Kavernöses Hämangiom: axiale, T1-gewichtete MRT mit Kontrastmittelgabe, kontrastmittelaufnehmende Raumforderung mit glatter Begrenzung im linken medialen extrakonalen Kompartiment.

Abb. 4-8 (unten rechts): Melanommetastase: sagittale, native T1-gewichtete MRT mit Raumforderung im rechten superioren extrakonalen Kompartiment mit deutlicher Hyperintensität in T1-Gewichtung.

4.1.3 Die Erkrankungen in den Augenmuskeln

Von 224 Patienten waren 95 Befunde rein im Augenmuskel lokalisiert, bei 56 von 56 (100,0%) Patienten mit diffuser Verteilung waren die Augenmuskeln mitbetroffen. Die genaue Verteilung ist in Tabelle 4-6 und Tabelle 4-7 aufgelistet.

Tabelle 4-6: Die Lokalisation der Befunde im Augenmuskel

Diagnose	gesamt	Befall nur Muskelbauch	Befall auch der Muskel- sehnen	x ² -Test		Befall einzelner Muskel	Befall mehrerer Muskeln
				x ²	p-Wert		
Metastase	7	1	0		NS	0	1
Muskelatrophie	1	1	0		NS	1	0
Trauma	6	1	1		NS	2	0
Myositis	9	2	7	23,8	<0,01	7	2
Endokr. Orbitopathie	128	123	0	18,7	<0,01	14	109
Basaliom	1	0	1	5,9	<0,05	1	0
Neurofibrom	1	0	1	5,9	<0,05	1	0
Neurinom	2	0	1	5,9	<0,05	1	0
Rhabdomyosarkom	5	0	2	11,4	<0,01	1	1
Lymphom	18	1	3	11,0	<0,05	0	4
Pseudotumor	3	0	3	16,4	<0,01	0	3
Phlegmone	3	0	3	16,4	<0,01	0	3
gesamt	184	129	22			28	123

NS: nicht signifikant

Tabelle 4-6 zeigt die Verteilung pathologischer Befunde in der Augenmuskulatur bei 151 Patienten (Befall des Muskelbauches oder der Muskelsehnen und Einzel- oder Befall mehrerer Muskeln). Bei der Myositis hatten 7 von 9 (77,8%) einen Muskelsehnenbefall (Abb. 4-10). 100% der Pseudotumoren, 100% der Phlegmonen und 3 Lymphome hatten auch einen Muskelsehnenbefall. Nur ein Muskelbauchbefall fand sich bei allen 123 Fällen der endokrinen Orbitopathie. Bei Einzelmuskelmanifestation der endokrinen Orbitopathie war in 11 von 14 (80,0%) Fällen der M. rectus inferior und in 3 von 14 (20,0%) Fällen der M. rectus medialis befallen. Im Gegensatz zeigte sich bei der Myositis in 4 von 7 Fällen (57,1%) ein Befall des M. rectus lateralis, in 2 von 7 Fällen (28,6%) im M. rectus medialis und in 1 von 7 Fällen (14,3%) im M. rectus superior.

Tabelle 4-7: Die Verteilung des Muskelbefalls bei Patienten mit Orbitaerkrankungen

Diagnose	gesamt	Mrm	Mrl	Mrs	Mri	Mos	Moi	Mlp	x ² -Test	
									x ²	p-Wert
Metastase	7	1	1	0	0	0	0	0		NS
Muskelatrophie	1	0	1	0	0	0	0	0		NS
Trauma	6	0	2	0	0	0	0	0		NS
Myositis	9	3	4	2	1	1	0	1		NS
Endokr. Orbitopathie	128	86	27	54	109	14	7	19	324,1	<0,01
Basaliom	1	1	0	0	0	0	0	0		NS
Neurofibrom	1	0	0	1	0	0	0	1		NS
Neurinom	2	0	0	0	1	0	0	0		NS
Rhabdomyosarkom	5	0	0	1	0	0	0	1		NS
Lymphom	18	3	1	3	1	1	1	3		NS
Pseudotumor	3	2	3	3	2	2	2	2		NS
Phlegmone	3	2	3	3	2	2	2	2		NS
gesamt	184	98	42	67	116	20	12	29		

Mrm, Mrl, Mrs, Mri, Mos, Moi, Mlp stehen für den medialen, lateralen, superioren und inferioren M. rectus, den superioren und inferioren M. obliquus und den M. levator palpebrae, NS: nicht signifikant

Tabelle 4-7 zeigt die Verteilung der Befunde bei Patienten mit Befall der Augenmuskulatur. Endokrine Orbitopathien befielen häufig den M. rectus inferior (85,1%) und M. rectus med. (67,2%), während die Myositis häufig den M rectus lat. (44,4%) und M. rectus med. (33,3%) befiel. Statistische Analysen zeigten, dass die Verteilung des Muskelbefalls bei Patienten mit endokriner Orbitopathie statistisch signifikant war.

4.2 HR-MRT Manifestation der Orbitaerkrankungen in Bezug auf die Größen

Die Verteilung der Volumina bei 224 Patienten mit Orbitaerkrankungen werden in Tabelle 4-8 gezeigt.

Tabelle 4-8: Das Größenverhalten der Befunde

Diagnose	gesamt	reduziertes Volumen	normales Volumen	Vergrößerung		
				gering <1,0ml	mittel 1,0 bis 3,0 ml	groß >3,0 ml
Epidermoid	6	0	0	2	2	2
Dermoid	6	0	0	2	2	2
Cholesterolzyste	1	0	0	0	0	1
Mukozele	5	0	0	2	1	2
Karzinom der NNH	6	0	0	0	0	6
Keilbeinmeningeom	9	0	0	0	0	9
Basaliom	1	0	0	0	0	1
Plasmozytom	1	0	0	0	0	1
Lymphom	18	0	0	1	5	12
Lymphangiom	1	0	0	0	0	1
Neurinom	2	0	0	1	0	1
Neurofibrom	1	0	0	0	0	1
Rhabdomyosarkom	5	0	0	0	2	3
Hämangiom	3	0	0	1	1	1
Hämangioperizytom	2	0	0	0	0	2
Metastase	7	0	0	2	2	3
Endokr. Orbitopathie mit Muskelbefall	123*	0	9	37	73	4
Endokr. Orbitopathie mit Fettbefall	47*	0	2	0	0	45
Myositis	9	0	0	3	6	0
Pseudotumor	3	0	0	0	0	3
Phlegmone	3	0	0	0	0	3
Trauma	6	1	0	3	2	0
Muskelatrophie	1	1	0	0	0	0
gesamt	224	2	11	54	96	103

*Davon 42 Patienten mit diffuser Verteilung.

Tabelle 4-8 zeigt die Verteilung der Volumen bei allen 224 Patienten. Eine Muskelatrophie hatte ein reduziertes Volumen (Abb. 4-9) und 1 von 6 Traumata mit Muskeleinklemmung hatte eine verkürzte Muskellänge. 9 endokrine Orbitopathien mit Muskelbefall und 2 Fälle mit Fettbefall hatten normale Volumina, alle übrigen hatten vergrößerte Volumina. Im subperiostalen

Kompartiment hatten beide Keilbeinmeningeome und Karzinome der Nasennebenhöhlen große Volumina (Abb. 4-2). Mukozelen, Epidermoide und Dermoide zeigten in ihrem Größenverhalten keinen Unterschied. Die 9 Myositisbefunde und 110 von 123 endokrine Orbitopathien zeigten meist geringe oder mittlere Volumenvergrößerungen im Muskelbefall (Abb. 4-10). Meist hatten Rhabdomyosarkome und Lymphome große Volumina, während die Tumorgrößen von Metastasen und Hämangiomen gleichmäßig auf alle Kategorien verteilt waren.

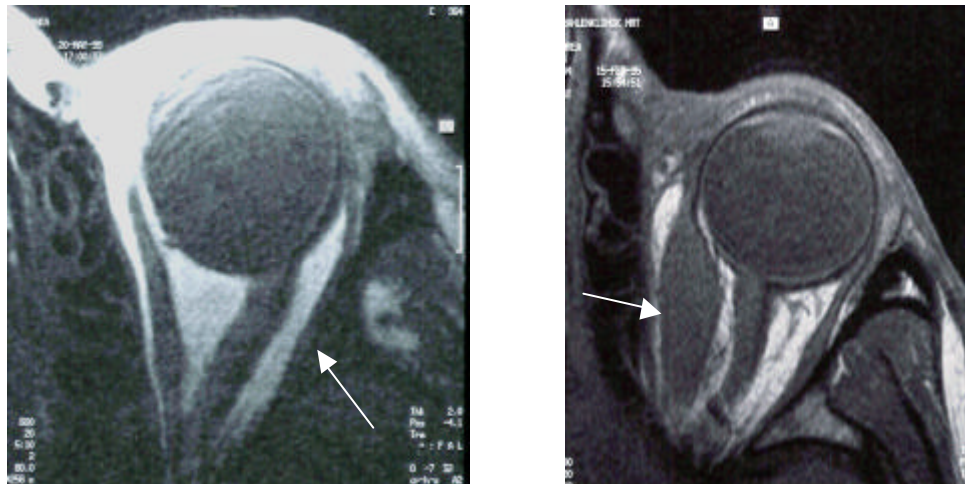


Abb. 4-9 (links): axiale, native T1-gewichtete MRT mit Atrophie des M. rectus lat. links mit reduzierendem Volumen bedingt durch eine Paralyse des 6. Hirnnervs

Abb. 4-10 (rechts): Myositis: axiale, native T1-gewichtete MRT, mittlere Volumenvergrößerung des linken M. rectus med. mit verlängerter Form, glatte begrenztem Rand und Muskelsehnenbefall

4.3 HR-MRT Manifestation der Orbitaerkrankungen in Bezug auf die Form

Die Verteilungen der Form aller 224 Patienten werden in Tabelle 4-9 gezeigt.

Tabelle 4-9: Die Verteilung der Form bei Patienten mit Orbitaerkrankungen

Diagnose	gesamt	rund oder ellipsoid	lang	unregelmäßig	x ² -Test	
					x ²	p-Wert
Epidermoid	6	6	0	0	31,8	<0,01
Dermoid	6	6	0	0	31,8	<0,01
Cholesterolzyste	1	0	0	1		NS
Mukozele	5	5	0	0	27,0	<0,01
Karzinome der NNH	6	0	0	6	12,0	<0,01
Keilbeinmeningeom	9	3	0	6	19,7	<0,01
Basaliom	1	0	0	1		NS
Plasmozytom	1	0	0	1		NS
Lymphom	18	0	3	15	19,4	<0,01
Lymphangiom	1	0	1	0		NS
Neurinom	2	0	0	2		NS
Neurofibrom	1	0	0	1		NS
Rhabdomyosarkom	5	3	2	0	8,6	<0,05
Hämangiom	3	3	0	0	16,9	<0,01
Hämangioperizytom	2	2	0	0	11,5	<0,01
Metastase	7	5	1	1	16,8	<0,01
Endokr. Orbitopathie mit Muskelbefall	123*	0	123	0	84,2	<0,01
Endokr. Orbitopathie mit Fettbefall	47*	0	0	47	74,8	<0,01
Myositis	9	0	9	0	7,6	<0,05
Pseudotumor	3	0	0	3		NS
Phlegmone	3	0	0	3		NS
Trauma	6	2	2	2		NS
Muskelatrophie	1	0	1	0		NS
gesamt	224	35	142	89		

NS: nicht signifikant. *Davon 42 Patienten mit diffuser Verteilung.

Tabelle 4-9 zeigt die Verteilungen der Befundformen bei allen 224 Patienten mit Orbitaerkrankungen. Epidermoide, Dermoiden, Mukozelen, Hämangioperizytome, Hämangiome, Rhabdomyosarkome und Metastasen hatten meist eine runde oder elliptische Form (Abb. 4-4, Abb. 4-3, Abb. 4-1, Abb. 4-7, Abb. 4-5, Abb. 4-8 und Abb. 4-11). Bei der Myositis (Abb. 4-10) und endokrinen Orbitopathie mit Muskelbefall zeigte sich eine lange Formveränderung. Die

Form der Karzinome der Nasennebenhöhlen (Abb. 42), Keilbeinmeningeome (Abb. 412), Lymphome (Abb. 4-6 und Abb. 4-13), endokrinen Orbitopathien mit Fettbefall, Pseudotumoren (Abb. 4-14) und Phlegmonen zeigten sich unregelmäßig.

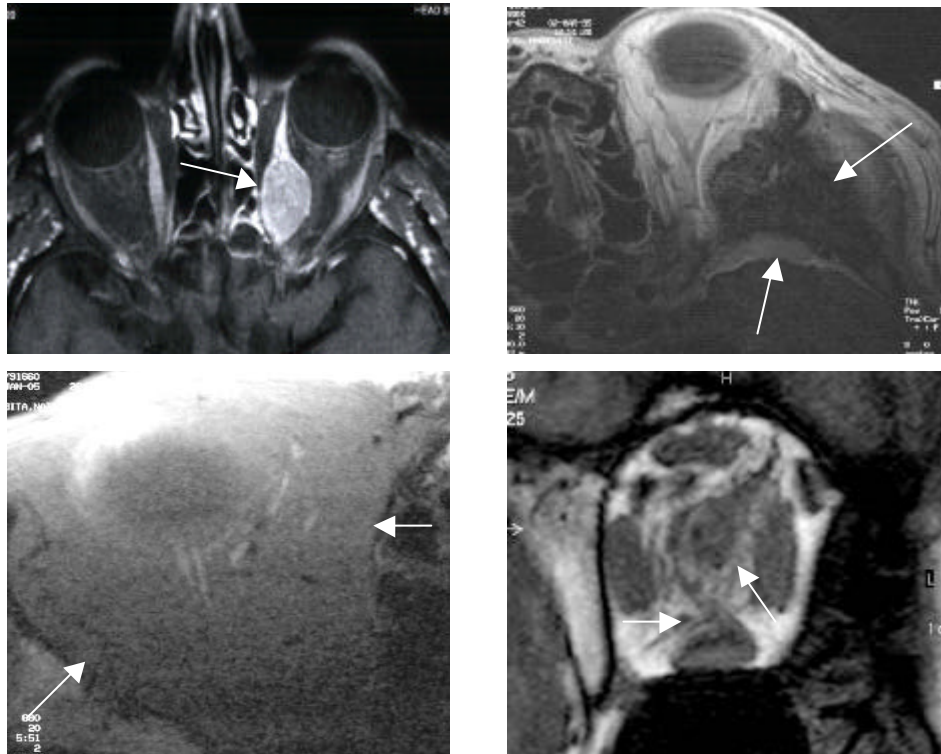


Abb. 4-11 (oben links): Prostatakarzinommetastase: Axiale, T1-gewichtete MRT, nach Kontrastmittelgabe zeigt sich eine kontrastmittelaufnehmende Raumforderung von runder Form im rechten M. rect. medialis.

Abb. 4-12 (oben rechts): Keilbeinmeningeom: Axiale, T1-gewichtete MRT, nach Kontrastmittelgabe zeigt sich eine kontrastmittelaufnehmende Raumforderung von unregelmäßiger Form und eine Knochenhyperplasie im linken subperiostalen Kompartiment.

Abb. 4-13 (unten links): Lymphom: Axiale, native T1-gewichtete MRT. Es zeigt sich eine Raumforderung im rechten superioren Bereich mit unregelmäßiger Form und undeutlicher Begrenzung.

Abb. 4-14 (unten rechts): Pseudotumor: Koronare, native T1-gewichtete MRT. Es zeigt sich ein Augenmuskel- und Retrobulbärefettbefall der rechten Orbita von unregelmäßiger Form und unscharfer Umrandung.

4.4 HR- MRT Manifestation der Orbitaerkrankungen in Bezug auf die Berandung

Die Verteilung der Berandung bei allen 224 Patienten mit Orbitakrankheiten wird in Tabelle 4-10 gezeigt.

Tabelle 4-10: Die Berandung bei allen Patienten mit Orbitaerkrankungen

Diagnose	gesamt	deutlich / scharf	undeutlich / unscharf	x ² -Test	
				x ²	p-Wert
Epidermoid	6	6	0	12,0	<0,01
Dermoid	6	6	0	12,0	<0,01
Cholesterolzyste	1	1	0		NS
Mukozele	5	5	0	12,0	<0,01
Karzinome der NNH	6	0	6	12,0	<0,01
Keilbeinmeningeom	9	3	6		NS
Basaliom	1	0	1		NS
Plasmozytom	1	0	1		NS
Lymphom	18	2	16	21,8	<0,01
Lymphangiom	1	1	0		NS
Neurinom	2	1	1		NS
Neurofibrom	1	0	1		NS
Rhabdomyosarkom	5	0	5	10,0	<0,05
Hämangiom	3	3	0	6,0	<0,05
Hämangioperizytom	2	2	0	4,0	<0,05
Metastase	7	2	5		NS
Endokr. Orbitopathie	128	128	0	256,0	<0,01
Myositis	9	9	0	18,0	<0,01
Pseudotumor	3	0	3	6,0	<0,05
Phlegmone	3	0	3	6,0	<0,05
Trauma	6	4	2		NS
Muskelatrophie	1	1	0		NS
gesamt	224	174	50		

NS: nicht signifikant.

Tabelle 4-10 zeigt die Befundberandung bei allen 224 Patienten mit Orbitaerkrankungen. Mukozelen, Dermoide, Epidermoide, orbitale Myosititen und endokrine Orbitopathien, Hämangiome und Hämangioperizytome hatten meist einen scharf abgrenzbaren Rand (Abb. 4-1, Abb. 4-3, Abb. 4-4, Abb. 4-10 und Abb. 4-7). Karzinome der Nasennebenhöhlen, Keilbeinmeningeome, Rhabdomyosarkome, Lymphome, Pseudotumore, Metastasen und Phlegmonen hatten undeutliche Randbegrenzungen (Abb. 4-2, Abb. 4-12, Abb. 4-5, Abb. 4-6, Abb. 4-13 und Abb. 4-14).

4.5 HR-MRT Manifestation der Orbitaerkrankungen in Bezug auf die Ausdehnung und angrenzenden Strukturen

Die Verteilung der Ausdehnung und die Veränderung der Nachbarstrukturen bei allen 224 Patienten mit Orbitaerkrankungen werden in Tabelle 4-11, Tabelle 4-12, Tabelle 4-13, Tabelle 4-14 und Tabelle 4-15 gezeigt.

Tabelle 4-11: Die Verteilung der Knochenveränderungen bei allen Patienten mit Orbitaerkrankungen.

Diagnose	gesamt	Knochen Defekt	Knochen Hyperplasie	Knochen Fraktur	Knochen Destruktion	x ² -Test	
						x ²	p-Wert
Epidermoid	6	5	0	0	0	19,0	<0,01
Dermoid	6	5	0	0	0	19,0	<0,01
Cholesterolzyste	1	0	0	0	1		NS
Mukozele	5	5	0	0	0	20,0	<0,01
Karzinom der NNH	6	0	0	0	6	24,0	<0,01
Keilbeinmeningeom	9	0	6	0	0	24,5	<0,01
Basaliom	1	0	0	0	1		NS
Plasmozytom	1	0	0	0	1		NS
Lymphom	18	0	0	0	4		NS
Neurinom	2	0	0	0	1		NS
Neurofibrom	1	0	0	0	1		NS
Rhabdomyosarkom	5	0	0	0	2		NS
Metastase	7	0	0	0	4	14,0	<0,01
Pseudotumor	3	0	0	0	0		NS
Phlegmone	3	0	0	0	0		NS
Trauma	6	0	0	2	0	22,5	<0,01
gesamt	77	15	6	2	21		

NS: nicht signifikant.

Tabelle 4-11 zeigt die Knochenveränderungen bei Orbitaerkrankungen. Knochenkompressionsveränderungen, z.B. Knochendefekte, zeigten sich häufig bei Epidermoiden, Dermoiden und Mukozelen (Abb. 4-1, Abb. 4-3, Abb. 4-4 und Abb. 4-15). Bei Keilbeinmeningeomen wurden die meisten Knochenhyperplasien beobachtet (Abb. 4-12). Frakturen wurden nur bei Traumata gesehen, Karzinome der Nasennebenhöhlen waren immer mit Knochendestruktionen verbunden (Abb. 4-2). Knochendestruktionen zeigten sich einem Teil der bei Lymphome und Rhabdomyosarkome (Abb. 4-16), aber nicht bei Phlegmonen oder Pseudotumoren.

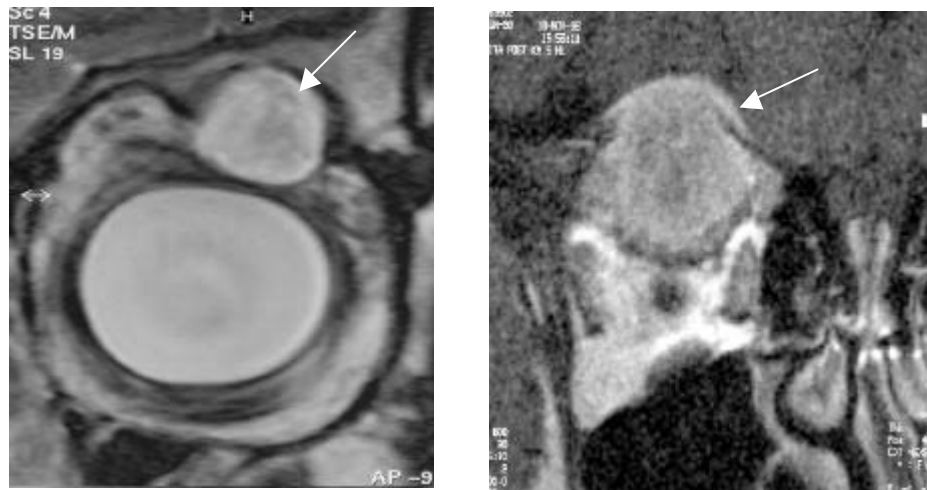


Abb. 4-15 (links) : Epidermoid: Koronare, native T2-gewichtete MRT, Raumforderung mit Knochendefekt im linken superioren subperiostalen Kompartiment

Abb. 4-16 (rechts) : Rhabdomyosarkom: Koronare, T1-gewichtete MRT nach Kontrastmittelgabe zeigt sich eine kontrastmittelaufnehmende Raumforderung mit Knochendestruktion und Durchbruch durch das Orbitadach mit lokalem Meningealbefall im rechten superioren extrakonalen Kompartiment

Tabelle 4-12: Die Aufteilung der Augenmuskelveränderungen bei allen Patienten mit Orbitaerkrankungen

Diagnose	gesamt	Muskel- Verlagerung	Muskel- Infiltration	x ² -Test	
				x ²	p-Wert
Epidermoid	6	5	0	8,6	<0,01
Dermoid	6	4	0	6,0	<0,05
Cholesterolzyste		0	0		NS
Mukozele	5	3	0	4,3	<0,05
Karzinom der NNH	6	4	5		NS
Keilbeinmeningeom	9	5	2		NS
Basaliom	1	0	1		NS
Plasmozytom	1	0	0		NS
Lymphom	18	0	17		NS
Lymphangiom	1	0	0		NS
Neurinom	2	1	0		NS
Neurofibrom	1	0	1		NS
Rhabdomyosarkom	5	2	3		NS
Hämangiom	3	3	0	6,0	<0,05
Hämangioperizytom	2	2	1		NS
Metastase	7	4	5		NS
Endokr. Orbitopathie	128	0	123	236,8	<0,01
Myositis	9	0	9	18,0	<0,01
Pseudotumor	3	0	3	6,0	<0,05
Phlegmone	3	0	3	6,0	<0,05
Trauma	6	2	2		NS
Muskelatrophie	1	0	1		NS
gesamt	224	35	176		

NS: nicht signifikant

Tabelle 4-12 zeigt die Augenmuskelveränderung bei Orbitaerkrankungen. Epidermoide, Mukozele, Dermoid und Hämangiome waren anfällig für die mechanische Verlagerung des Muskels, aber nicht für eine Infiltration ($p < 0,05$), während sich Lymphome, Myositiden, endokrine Orbitopathien, Pseudotumoren und Phlegmone genau gegenteilig verhielten und Infiltrationen des Muskels verursachten ($p < 0,05$).

Tabelle 4-13: Retrobulbärfettveränderungen bei allen Patienten mit Orbitaerkrankungen

Diagnose	gesamt	Fett-Defekt	Fett-Infiltration	x ² -Test	
				x ²	p-Wert
Epidermoid	6	5	0	8,6	<0,01
Dermoid	6	5	0	8,6	<0,01
Cholesterolzyste	1	0	0		NS
Mukozele	5	3	0	4,3	<0,05
Karzinom der NNH	6	5	5		NS
Keilbeinmeningeom	9	5	2		NS
Basaliom	1	0	1		NS
Plasmozytom	1	0	0		NS
Lymphom	18	2	16	21,8	<0,001
Lymphangiom	1	1	0		NS
Neurinom	2	1	1		NS
Neurofibrom	1	1	1		NS
Rhabdomyosarkom	5	5	5		NS
Hämangiom	3	3	0	6,0	<0,05
Hämangioperizytom	2	2	0	4,0	<0,05
Metastase	7	5	3		NS
Endokr. Orbitopathie	128	4	47	47,2	<0,01
Myositis	9	1	0		NS
Pseudotumor	3	0	3	6,0	<0,05
Phlegmone	3	0	3	6,0	<0,05
Trauma	6	3	2		NS
Muskelatrophie	1	0	0		NS
gesamt	224	51	89		

NS: nicht signifikant

Tabelle 4-13 zeigt die Aufteilung der retrobulbären Fettveränderungen bei allen Patienten mit Orbitaerkrankungen. Epidermoide, Mukozelen, Dermoide, Hämangioperizytome und Hämangiome verursachten eine mechanische Verlagerung des Retrobulbärfettes, zeigten aber kein infiltratives Wachstum ($p < 0,05$), während Lymphome, endokrine Orbitopathien, Pseudotumoren und Phlegmonen ein gegenteiliges Verhalten mit Infiltration des Retrobulbärfettes zeigten ($p < 0,05$). 5 von 5 Rhabdomyosarkomen zeigten beide Verhaltensmuster, sowohl die mechanische Verlagerung als auch die Infiltration des Retrobulbärfettes.

Tabelle 4-14: Veränderungen des N. opticus bei allen Patienten mit Orbitaerkrankungen

Diagnose	gesamt	Verlagerung des N. opticus	Infiltration des N. opticus	x ² -Test	
				x ²	p-Wert
Epidermoid	6	0	0		NS
Dermoid	6	1	0		NS
Cholesterolzyste	1	0	0		NS
Mukozele	5	2	0		NS
Karzinom der NNH	6	4	0	6,0	<0,05
Keilbeinmeningeom	9	2	0		NS
Basaliom	1	0	0		NS
Plasmozytom	1	0	0		NS
Lymphom	18	0	3		NS
Lymphangiom	1	0	0		NS
Neurinom	2	1	0		NS
Neurofibrom	1	0	0		NS
Rhabdomyosarkom	5	3	0		NS
Hämangiom	3	2	0		NS
Hämangioperizytom	2	2	0	4,0	<0,05
Metastase	7	4	0	5,6	<0,05
Endokr. Orbitopathie	128	4	0		NS
Myositis	9	1	0		NS
Pseudotumor	3	0	2		NS
Phlegmone	3	0	3	6,0	<0,05
Trauma	6	0	0		NS
Muskelatrophie	1	0	0		NS
gesamt	224	26	8		

NS: nicht signifikant

Tabelle 4-14 zeigt die Veränderungen des N. opticus bei allen Patienten mit Orbitaerkrankungen. Insgesamt gab es nur 34 von 224 Patienten mit Veränderungen des N. opticus.

Tabelle 4-15: Bulbusveränderungen bei allen Patienten mit Orbitaerkrankungen

Diagnose	gesamt	Augapfel Verlagerung	Infiltration des Augapfels	x ² -Test	
				x ²	p-Wert
Epidermoid	6	3	0	4,0	<0,05
Dermoid	6	3	0	4,0	<0,05
Cholesterolzyste	1	0	0		NS
Mukozele	5	1	0		NS
Karzinom der NNH	6	3	3		NS
Keilbeinmeningeom	9	2	0		NS
Basaliom	1	0	1		NS
Plasmozytom	1	0	0		NS
Lymphom	18	5	7		NS
Lymphangiom	1	0	0		NS
Neurinom	2	1	0		NS
Neurofibrom	1	0	0		NS
Rhabdomyosarkom	5	3	2		NS
Hämangiom	3	2	0		NS
Hämangioperizytom	2	2	0	4,0	<0,05
Metastase	7	3	0		NS
Endokr. Orbitopathie	128	99	0	161,4	<0,01
Myositis	9	1	0		NS
Pseudotumor	3	2	3		NS
Phlegmone	3	3	3		NS
Trauma	6	2	0		NS
Muskelatrophie	1	1	0		NS
gesamt	224	136	19		

NS: nicht signifikant

Tabelle 4-15 zeigt Bulbusveränderungen aller Patienten mit Orbitaerkrankungen. Eine Verlagerung des Bulbus fand sich bei 136 von 224 Patienten einschließlich 17 von 22 orbitalen Krankheiten in Form von Epidermoiden, Dermoiden und endokriner Orbitopathien, welche sich in Form einer mechanische Verlagerung des Bulbus und nie in Form einer Infiltration zeigte (p<0,05). Im Gegensatz dazu zeigten Phlegmonen, Pseudotumoren, Rhabdomyosarkome und Nasennebenhöhlen-Karzinome sowohl eine mechanische Verlagerung als auch eine Infiltration des Bulbus.

4.6 HR-MRT Manifestation der Orbitaerkrankungen in Bezug auf die Signalintensitäten

In dieser Serie gab es insgesamt 128 Fälle einer endokrinen Orbitopathie, davon zeigten 123 Fälle einen Augenmuskelfall: 39 hatten teilweise Signalhyperintensitäten in den T1-gewichteten Sequenzen im Sinne von fettigen Degenerationen (Abb. 4-17). 61 hatten hohe Signalintensitäten in den T2-gewichteten Sequenzen mit einem durchschnittlichem Wert der T2-Relaxationszeit von 123 ms (Spannbreite 100 bis 174 ms) im Sinne eines akuten Ödems (Abb. 4-18), 8 Fälle zeigten zur gleichen Zeit fettige Degenerationen und ein Ödem in den Augenmuskeln, 15 zeigten ein normales Signalverhalten (Abb. 4-19). 5 der 47 Fälle einer endokrinen Orbitopathie mit retrobulbärer Fettveränderung zeigten Veränderungen der Signalintensitäten im Sinne eines akuten Ödems bzw. einer chronischen Fibrose (Abb. 4-20). Ein Hämatom des lateralen geraden Muskels wegen eines Traumas hatte die speziellen hohen Signalintensitäten in den T1-gewichteten Sequenzen. Ein Lymphangiom zeigte hohe Signalintensitäten in den T1- und T2-gewichteten Sequenzen (Abb. 4-21 und Abb. 4-22) aber ohne eine Erhöhung der Blutflußgeschwindigkeit. In den 2 Fällen orbitaler Hämangioperizytome zeigte das eine homogene und das andere inhomogene Signalintensitäten, beide verhielten sich isointens in den T1-gewichteten und hyperintens in den T2-gewichteten Sequenzen (jeweils im Vergleich zur Muskulatur). Darüber hinaus fanden sich hier in einem Fall fibroide Septenstrukturen. Die meisten Lymphome und Rhabdomyosarkome waren isointense in den T1-gewichteten und isointens bzw. hyperintens in den T2-gewichteten Sequenzen ohne spezielle Signalintensität. 4 von 7 Metastasen fanden sich im extrakalen Kompartiment, hiervon zeigten 2 (Melanometastase) spezielle Signalintensitäten, welche hyperintens in den T1-gewichteten und hypointens in den T2-gewichteten Sequenzen waren (Abb. 4-8 und Abb. 4-23). 4 von 6 Dermoiden zeigten typische fettige Signalintensitäten (Abb. 4-3). 2 von 6 Traumata waren Hämatome im orbitalen subperiostalen Raum, die die speziellen Signalintensitäten mit der typischen Hyperintensität in den T1-gewichteten Sequenzen hatten (Abb. 4-24). Alle Keilbeinmeningeome hatten typische Signalintensitäten, welche eine Hyperintensität in den T2-gewichteten Sequenzen und eine Hypointensität in den T1-gewichteten Sequenzen aufwiesen und ein deutliches Enhancement nach Kontrastmittelgabe zeigten. Ein Cholesterolzyste hatte hohe Signalintensitäten in den T1- und T2-gewichteten Sequenzen. Alle Karzinome der Nasennebenhöhlen hatten inhomogene Signalintensitäten mit nekrotischen und zystischen Veränderungen und mit deutlichem Enhancement im substantiellen Anteil.

Wegen der häufig gleichen Erscheinung von Signalintensitäten bei den meisten orbitalen Erkrankungen (Muskelisointensität in den T1-gewichteten Sequenzen und hohe Signalintensität in den T2-gewichteten Sequenzen), werden hier nur die speziellen Signalintensitäten und die Ergebnisse des Kontrastmittel-Enhancements in Tabelle 4-16 gezeigt.

Tabelle 4-16: Verhalten der Signalintensitäten aller Patienten mit Orbitaerkrankungen

Diagnose	gesamt	spezielle MRT-Signale	mit KM	ohne Enhancement	Enhancement	
					inhomogen	homogen
Epidermoid	6	0	6	4	2	0
Dermoid	6	4	6	6	0	0
Cholesterolzyste	1	1	0	--	--	--
Mukozele	5	0	5	5	0	0
Karzinom der NNH	6	0	6	0	6	0
Keilbeinmeningeom	9	9	9	0	0	9
Basaliom	1	0	1	0	0	1
Plasmozytom	1	0	1	0	1	0
Lymphom	18	0	18	0	0	18
Lymphangiom	1	1	1	1	0	0
Neurinom	2	0	2	0	1	1
Neurofibrom	1	0	1	0	0	1
Rhabdomyosarkom	5	0	5	0	0	5
Hämangiom	3	0	3	0	0	3
Hämangioperizytom	2	1	2	0	1	1
Metastase	7	2	7	0	0	7
Endokr. Orbitopathie	128	108	0	--	--	--
Myositis	9	0	6	0	0	6
Pseudotumor	3	0	2	0	1	1
Phlegmone	3	1	1	0	1	0
Trauma	6	4	0	--	--	--
Muskelatrophie	1	0	0	--	--	--
gesamt	224	131	82	16	13	53



Abb. 4-17 (oben links): Endokrine Orbitopathie: Koronare, native T1-gewichtete MRT-Sequenz, hohe Signalintensität in den befallen geraden Muskeln als Zeichen fettiger Degeneration

Abb. 4-18 (oben rechts): Endokrine Orbitopathie: Koronare, T2-gewichtete MRT-Sequenz, hohe Signalintensitäten in den bilateralen Mm. recti med. als Zeichen eines akuten Ödems

Abb. 4-19 (unten links): Endokrine Orbitopathie: Axialen, native T1-gewichtete MRT-Sequenz, isointense bilaterale Mm. recti med.

Abb. 4-20 (unten rechts): Endokrine Orbitopathie: Koronare, T1-gewichtete MRT-Sequenz, hypointenses retrobulbäres Fett rechts (akute Ödem) mit Verdickung der bilateralen Mm. recti inf. und des linken M. rectus med.

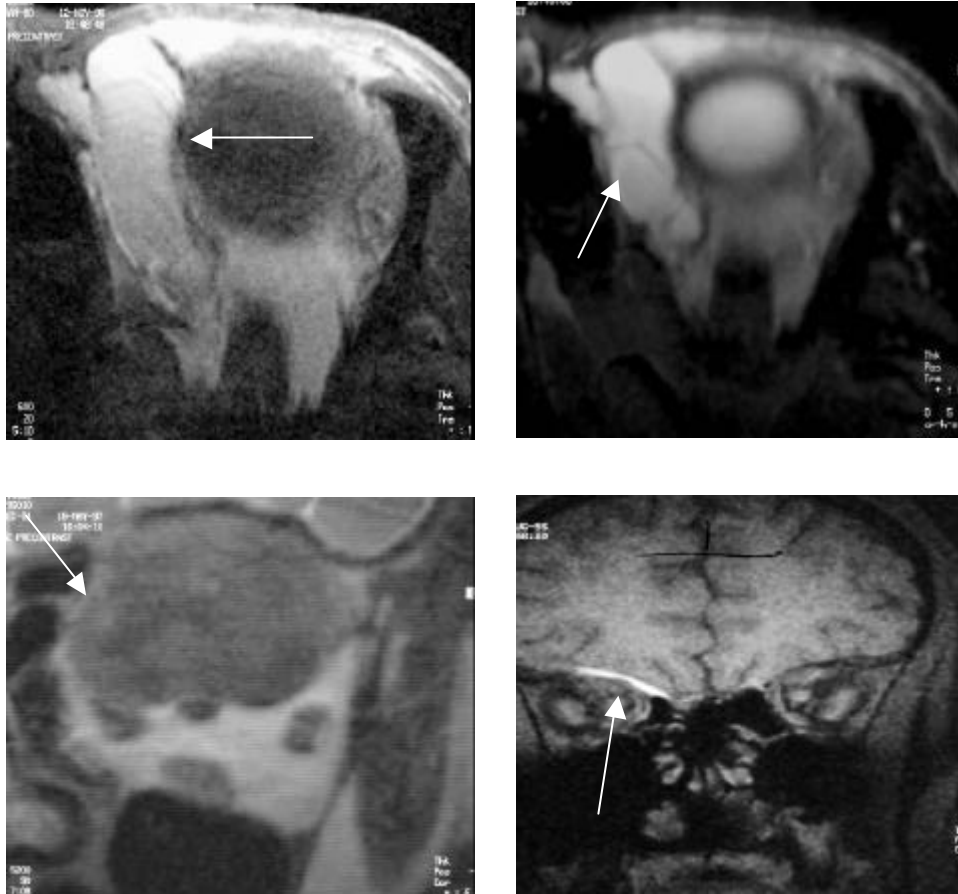


Abb. 421 (oben links) und Abb. 422 (oben rechts): Lymphangiom mit hoher Signalintensität im linken extrakonalen Kompartiment in der T1- (oben links) und der T2-gewichteten MRT (oben rechts).

Abb. 423 (unten links): Melanommetastase: Koronare, T2-gewichtete MRT, Raumforderung mit iso- und hypointensem Signal im linken superioren extrakonalen Kompartiment

Abb. 4-24 (unten rechts): Hämatom: Koronare, native T1-gewichtete MRT, deutliche hohe Signalintensität im rechten superioren subperiostalen Kompartiment

4.7 Statistischer Vergleich der Abbildungseigenschaft zwischen der endokrinen Orbitopathie und der Myositis (Tabelle 4-17, 4-18)

Tabelle 4-17: Vergleich der HR-MRT Charaktere zwischen endokriner Orbitopathie mit Muskelbefall und orbitaler Myositis

Charakteristika in der HR-MRT	endokrine Orbitopathie (n=128)	orbitale Myositis (n=9)	x ² -Test	
			x ²	p-Wert
Lokalisation				
unilateraler Befall	28	9	26,0	<0,01
bilateraler Befall	100	0		
Befall der Sehnen	0	7	101,0	<0,01
nur Muskelbauch Befall	123	2		
Einzelmuskel-Befall	14	7	56,7	<0,01
Multimuskel-Befall	109	2		
M. rectus med. Befall	86	3	5,1	<0,05
M. rectus lat. Befall	27	4		NS
M. rectus sup. Befall	54	2		NS
M. rectus inf. Befall	109	1	36,3	<0,01
M. obliquus sup. Befall	14	1		NS
M. obliquus inf. Befall	7	0		NS
M. levator palp. Befall	19	1		NS
Größe:				
<1,0 ml	46	3		NS
1,0 bis 3,0ml	73	6		
>3,0 ml	4	0		
Form:				
rund oder ellipse	0	0		NS
unregelmäßig	0	0		
lang	123	9		
Rand: deutlich	123	9		NS
undeutlich	0	0		
Ausdehnung / Integrität der benachbarten Strukturen				
Veränderung der Knochen	0	0		NS
Infiltration des N. opticus	4	1		NS
Verlagerung des Augapfels	99	1	22,0	<0,05
Infiltration der Augenmuskeln	123	9		NS
Veränderung des Retrobulbärefetts	46	0	5.2	<0,05
MRT Signal:				
hyperintense auf T1WI	47	0	5.3	<0,05
hyperintense auf T2WI	69	3		NS
spezielle Krankengeschichte	123	0	132.0	<0,01

NS: nicht signifikant

Tabelle 4-18: Statistische Beurteilung der HR-MRT-Charakteristika von endokriner Orbitopathie im Vergleich mit orbitalen Myositis

Charakteristika in der HR-MRT	Sensitivität (in %)	Spezifität (in %)	diagnostische Genauigkeit (in %)	Vorhersage Wert	
				positiver	negativer
bilateraler Befall	78,1	100,0	79,6	100,0	24,3
nur Muskelbauch Befall	100,0	77,8	98,5	98,4	100,0
Multimuskul-Befall	88,6	77,8	87,9	98,2	66,7
M. rectus inferior Befall	88,6	88,9	88,6	99,1	36,4
M. rectus medial Befall	69,9	66,7	69,7	96,6	14,0
Infiltration der Fett	37,4	100,0	41,7	100,0	10,5
Verlagerung des Augapfels	80,5	88,9	81,1	99,0	25,0
hyperintens auf T1WI (fettige Degenerationen)	38,2	100,0	42,4	100,0	10,6
spezielle Krankengeschichte	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

4.8 Statistischer Vergleich der Abbildungseigenschaften zwischen Rhabdomyosarkomen und Lymphomen (Tabelle 4-19, 4-20)

Tabelle 4-19: Vergleich der HR-MRT-Charakteristika von Rhabdomyosarkomen und Lymphomen

Charakteristika in der HR-MRT	Lymphom (n=18)	Rhabdo- myosarkom (n=5)	x ² -Test	
			x ²	p-Wert
Lokalisation				
unilateraler Befall	17	5		NS
bilateraler Befall	1	0		NS
extrakonal	16	5		NS
Größe:				
<1,0 ml	1	0		NS
1,0 bis 3,0ml	5	2		
>3,0 ml	12	3		
Form:				
rund oder ellipse	0	3	16,0	<0,01
unregelmäßig	15	0		
lang	3	2		
Rand:				
deutlich	2	0		NS
undeutlich	16	5		
Ausdehnung / Integrität der benachbarten Strukturen				
Destruktion der Knochen	4	2		NS
Infiltration des N. opticus	3	0		NS
Verlagerung des Augapfels	7	2		NS
Infiltration der Augenmuskeln	17	3	4,1	<0,05
Retrobulbärefettveränderung	16	5		NS
spezielles MRT Signal	0	0		NS
homogenes Enhancement	18	5		
Lebensalter				
>20 Jahre	16	1	9,6	<0,01
<20 Jahre	2	4		

NS: nicht signifikant

Tabelle 4-20: Statistische Beurteilung der HR-MRT-Charakteristika von Lymphomen im Vergleich mit Rhabdomyosarkomen

Charakteristika in der HR-MRT	Sensitivität (in %)	Spezifität (in %)	diagnostische Genauigkeit (in %)	Vorhersage Wert	
				positiver	negativer
Lebensalter >20 Jahre	88,9	80,0	87,0	94,1	66,7
Infiltration der Muskeln	94,4	40,0	82,6	85,0	66,7
unregelmäßige Form	83,3	100,0	87,0	100,0	62,5

4.9 Statistischer Vergleich der Abbildungseigenschaften zwischen Metastasen und Hämangiomen (Tabelle 4-21, 4-22)

Tabelle 4-21: Vergleich der HR-MRT-Charakteristika von Metastasen und Hämangiomen

Charakteristika in der HR-MRT	Hämangiom (n=3)	Metastase (n=7)	x ² -Test	
			x ²	p-Wert
Lokalisation				
unilateraler Befall	3	7		NS
bilateraler Befall	0	0		NS
extrakonal	3	4		NS
Größe:				
<1,0 ml	1	2		NS
1,0 bis 3,0ml	1	2		
>3,0 ml	1	3		
Form:				
rund oder ellipse	3	5		NS
unregelmäßig	0	1		
lang	0	1		
Rand:				
deutlich	3	2	4,3	<0,05
undeutlich	0	5		
Ausdehnung / Integrität der benachbarten Strukturen				
Destruktion der Knochen	0	4		NS
Infiltration des N. opticus	2	4		NS
Verlagerung des Augapfels	2	3		NS
Infiltration der Augenmuskeln	0	5	4,3	<0,05
Retrobulbärefettveränderung	3	3		NS
spezielles MRT Signal und Modalität des Enhancements	3	2	4,3	<0,05
spezielle Krankengeschichte	0	5	4,3	<0,05

NS: nicht signifikant

Tabelle 4-22: Statistische Beurteilung der HR-MRT-Charakteristika von Metastasen im Vergleich mit Hämangiomen

Charakteristika in der HR-MRT	Sensitivität (in %)	Spezifität (in %)	diagnostische Genauigkeit (in %)	Vorhersage Wert	
				positiver	negativer
spezielle Krankengeschichte	71,4	100,0	80,0	100,0	60,0
undeutlicher Rand	71,4	100,0	80,0	100,0	60,0
Infiltration der Muskeln	71,4	100,0	80,0	100,0	60,0

4.10 Statistischer Vergleich der Abbildungseigenschaften von Epidermoiden und Dermoiden (Tabelle 4-23, 4-24)

Tabelle 4-23: Vergleich der HR-MRT-Charakteristika von Epidermoiden und Dermoiden

Charakteristika in der HR-MRT	Epidermoid (n=6)	Dermoide (n=6)	x ² -Test	
			x ²	p-Wert
Lokalisation				
unilateraler Befall	6	6		NS
bilateraler Befall	0	0		NS
Im Subperiostalen Kompartiment	5	5		NS
Nähe zur Sutur	5	5		NS
Größe:				
<1,0 ml	2	2		NS
1,0 bis 3,0ml	2	2		
>3,0 ml	2	2		
Form:				
rund oder ellipse	6	6		NS
unregelmäßig	0	0		
lang	0	0		
Rand:				
deutlich	6	6		NS
undeutlich	0	0		
Ausdehnung / Integrität der benachbarten Strukturen				
Knochenkompressionsveränderung	5	5		NS
Veränderung des N. opticus	0	1		NS
Infiltration des Augapfels	3	3		NS
Verlagerung der Augenmuskeln	5	4		NS
Infiltration des Retrobulbärefetts	0	0		NS
MRT Signal: Spezielles Signal	0	4	6,0	<0,05
Enhancement	2	0		NS

NS: nicht signifikant

Tabelle 4-24: Statistische Beurteilung der HR-MRT-Charakteristika von Dermoiden im Vergleich mit Epidermoiden

Charakteristika in der HR-MRT	Sensitivität (in %)	Spezifität (in %)	diagnostische Genauigkeit (in %)	Vorhersage Wert	
				positiver	negativer
Spezielles Signal (Fett)	66,7	100,0	83,3	100,0	75,0

4.11 Statistischer Vergleich der Abbildungseigenschaft zwischen Epidermoiden und Mukozelen (Tabelle 4-25, 4-26)

Tabelle 4-25: Vergleich der HR-MRT-Charakteristika von Mukozelen und Epidermoiden.

Charakteristika in der HR-MRT	Epidermoid (n=6)	Mukozele (n=5)	x ² -Test	
			x ²	p-Wert
Lokalisation				
unilateraler Befall	6	5		NS
bilateraler Befall	0	0		NS
im Subperiostalen Kompartiment	5	5		NS
Nasennebenhöhle	0	5	11,0	<0,01
Subperiostalenraum zur Sutura	5	0	7,6	<0,01
Größe: <1,0 ml	2	2		NS
1,0 bis 3,0ml	2	1		
>3,0 ml	2	2		
Form: rund oder ellipse	6	5		NS
unregelmäßig	0	0		
lang	0	0		
Rand: deutlich	6	5		NS
undeutlich	0	0		
Ausdehnung / Integrität der benachbarten Strukturen				
Knochenkompression	5	5		NS
Veränderung des N. opticus	0	2		NS
Infiltration des Augapfels	3	1		NS
Verlagerung der Augenmuskeln	5	3		NS
Infiltration des Retrobulbärfettes	0	0		NS
MRT Signal:				
spezielles Signal	0	0		NS
Enhancement	2	0		NS

NS: nicht signifikant

Tabelle 4-26: Statistische Beurteilung der HR-MRT-Charakteristika von Mukozelen im Vergleich mit Epidermoiden

Charakteristika in der HR-MRT	Sensitivität (in %)	Spezifität (in %)	diagnostische Genauigkeit (in %)	Vorhersage Wert	
				positiver	negativer
Lokalisation: Nasennebenhöhlen	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

4.12 Statistischer Vergleich der Abbildungseigenschaft zwischen Karzinomen der Nasennebenhöhlen und Keilbeinmeningeomen (Tabelle 4-27, 4-28)

Tabelle 4-27: Vergleich der HR-MRT-Charakteristika von Keilbeinmeningeomen und Karzinomen der Nasennebenhöhle

Charakteristika in der HR-MRT	Karzinom der Nasennebenhöhle (n=6)	Keilbein- meningeome (n=9)	x ² -Test	
			x ²	p-Wert
Lokalisation				
unilateraler Befall	6	9		NS
bilateraler Befall	0	0		NS
im subperiostalen Kompartiment	6	9		NS
Nasennebenhöhle	6	0	15,0	<0,01
Meningen	0	9	15,0	<0,01
Größe				
<1,0 ml	0	0		NS
1,0 bis 3,0ml	0	0		
>3,0 ml	6	9		
Form				
rund oder ellipse	0	3		NS
unregelmäßig	6	6		
lang	0	0		
Rand				
deutlich	0	3		NS
undeutlich	6	6		
Ausdehnung / Integrität der benachbarten Strukturen				
Knochenhyperplasie	0	6	11,0	<0,01
Knochendestruktion	6	0	11,0	<0,01
Veränderung des N. opticus	4	2		NS
Infiltration des Bulbus	3	0		NS
Infiltration der Augenmuskeln	5	2	5,1	<0,05
Infiltration des Retrobulbärfettes	5	2	5,1	<0,05
spezielles MRT Signal und Modalität des Enhancements	0	9	11,0	<0,01

NS: nicht signifikant

Tabelle 4-28: Statistische Beurteilung der HR-MRT-Charakteristika von Keilbeinmeningeomen im Vergleich mit Karzinomen der Nasennebenhöhle

Charakteristika in der HR-MRT	Sensitivität (in %)	Spezifität (in %)	diagnostische Genauigkeit (in %)	Vorhersage Wert	
				positiver	negativer
Befall der Meningen	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Knochenhyperplasie	66,7	100,0	80,0	100,0	66,7
spezielles MRT Signal und Modalität des Enhancements	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

4.13 Statistischer Vergleich der Abbildungseigenschaft zwischen Mukozelen und Karzinomen der Nasennebenhöhle (Tabelle 4-29, 4-30)

Tabelle 429: Vergleich der HR-MRT-Charakteristika von Mukozelen und Karzinomen der Nasennebenhöhle

Charakteristika in der HR-MRT	Karzinom der Nasennebenhöhlen (n=6)	Mukozelen (n=5)	x ² -Test	
			x ²	p-Wert
Lokalisation				
unilateraler Befall	6	5		NS
bilateraler Befall	0	0		NS
im subperiostalen Kompartiment	6	5		NS
Nasennebenhöhle	6	5		NS
Größe				
<1,0 ml	0	2		NS
1,0 bis 3,0ml	0	1		
>3,0 ml	6	2		
Form				
rund oder ellipse	0	5	11,0	<0,01
unregelmäßig	6	0		
lang	0	0		
Rand				
deutlich	0	5	11,0	<0,01
undeutlich	6	0		
Ausdehnung / Integrität der benachbarten Strukturen				
Knochenkompression	0	5	11,0	<0,01
Knochendestruktion	6	0	11,0	<0,01
Veränderung des N. opticus	4	2		NS
Infiltration des Bulbus	3	1		NS
Infiltration der Augenmuskeln	5	0	5,1	<0,05
Infiltration des Retrobulbärfetts	5	0	5,1	<0,05
MRT Signal				
inhomogenes Enhancement	6	0	11,0	<0,01

NS: nicht signifikant

Tabelle 4-30: Statistische Beurteilung der HR-MRT-Charakteristika von Karzinomen der Nasennebenhöhle im Vergleich mit Mukozelen

Charakteristika in der HR-MRT	Sensitivität (in %)	Spezifität (in %)	diagnostische Genauigkeit (in %)	Vorhersage Wert	
				positiver	negativer
Form: unregelmäßig	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Rand: undeutlich	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Destruktion des Knochens	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Infiltration der Muskeln und Fett	83,3	100,0	90,9	100,0	83,3
inhomogenes Enhancement	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

5. Diskussion

Aufgrund der Vielfalt der normalerweise in der Orbita vorkommenden Gewebe und ihrem ähnlichen Erscheinungsbild ist die klinische Diagnostik der Orbitaläsionen besonders schwierig. Eine Biopsie aus einem Krankheitsherd ist aufgrund der knöchernen Umhüllung der Orbita und ihrer besonderen Form relativ schwierig. Daher besteht ein großer Bedarf an effektiven Methoden zur indirekten Beurteilung der Orbita und ihres Inhaltes zum Zweck der Therapieentscheidung und -planung.

Die bildgebenden Verfahren spielen eine wichtige Rolle in der Diagnose und im Management von Orbitaerkrankungen. Sie umfassen im wesentlichen konventionelle Röntgenaufnahmen, Ultraschall, Computertomographie und Kernspintomographie. Obwohl die CT häufig für die Beurteilung von Orbitapathologien verwendet wird, ist die MRT aufgrund der hohen Weichteilkontraste, ihrer direkten multiplanaren Fähigkeit und wegen des Fehlens ionisierender Strahlung eine sehr wichtige Modalität zur Differenzierung von Orbitaerkrankungen geworden. In dieser Studie werden die MRT-Kriterien für die Diagnostik von Orbitaerkrankungen untersucht.

5.1 Die Rolle der Lokalisation in der HR-MRT-Diagnostik der Orbitakrankheiten

Schon vor den Zeiten einer differenzierten Bildgebung wurde der Retrobulbärraum in unterschiedliche Räume zum Zwecke der Lokalisationsbeschreibung unterteilt. So wurde der Retrobulbärraum, obwohl der direkten Untersuchung durch den Klinikern nicht zugänglich, in das intrakonale und extrakonale Kompartiment unterteilt. Mit verbesserten Bildgebungstechnologien ist es möglich geworden, mit der hochauflösenden MRT-Bildgebung eine exakte Darstellung der Orbitaanatomie und Pathologie zu erzielen. Die HR-MRT erlaubt mittlerweile einen Einblick in die Ausdehnung, die Größe und die Konfiguration einer Orbitaläsion und ermöglicht eine genaue Definition der anatomischen Lokalisation einer Läsion. Die Terminologie für die Einteilung der Orbita in mehrere unterschiedliche Kompartimente ist weitgehend aus der Anatomie übernommen worden: so werden präseptaler, subperiostaler, extrakonaler, muskulärer, intrakonaler Raum, Sehnerv und Bulbus unterschieden [50, 51, 52, 55, 110]. Dabei dient diese Einteilung des Orbitaraumes nicht nur zur Beschreibung, sondern auch als Grundlage zur Klassifikation und der Behandlung der verschiedenen Krankheiten.

Obwohl es weder eine Zuordnung einer speziellen Krankheit zu einem Kompartiment gibt, noch die Zuordnung eines speziellen Orbitaraumes zu einer Krankheit, liefert die Lokalisation einer Läsion einen wichtigen Anhaltspunkt in der Differentialdiagnostik, da ein hoher Prozentsatz der Pathologien aufgrund unterschiedlicher Gewebe in bestimmten Orbitaräumen lokalisiert sind. Die genaue Läsionslokalisation ist daher laut der aktuellen Literatur essentiell für die Orbitadiagnostik [35, 50, 51, 52]. Danach treten Mukozelen, Orbitafrakturen, subperiostale Abszesse, Tumore der Nasennebenhöhlen, Dermoide, Epidermoide und Meningeome am häufigsten im subperiostalen Raum auf. Im extrakonalen Raum dagegen sind Lymphome und Hämangiome die häufigsten Erkrankungen und in den extraokulären Muskeln die endokrine Orbitopathie, die Myositis und die Pseudotumore. Entsprechend unserer Resultate sind die häufigsten Läsionen im subperiostalen Raum Meningeome, Karzinome der Nasennebenhöhlen, Epidermoide, Dermoide und Mukozelen. Sie machen zusammen 78,9% aller subperiostalen Läsionen aus. Die häufigsten Krankheiten im extrakonalen Raum sind Lymphome, Hämangiome, Metastasen, Rhabdomyosarkome und Fettgewebsveränderungen der endokrinen Orbitopathie, sie bilden 82,4% aller extrakonalen Raumforderungen. Die häufigsten Krankheiten der extraokulären Muskeln sind die endokrinen Orbitopathien und Myositiden, sie machen 88,0% der Muskelerkrankungen aus.

Wenn die Lokalisationen der einzelnen Orbitakrankheiten detailliert unterteilt werden, können die Differentialdiagnosen genauer eingegrenzt werden. Daraus ergibt sich wiederum, dass sich Erkrankungen, welche sich im subperiostalen Raum befinden, entsprechend ihrer Lokalisation z.B. der Nasennebenhöhle, den Meningen, dem Knochen oder dem subperiostalen Spaltraum zugeordnet werden. Die Mukozele und Karzinome der Nasebenhöhle treten immer in den Nasennebenhöhlen auf. 100% der Phlegmonen haben z.B. eine Begleitsinusitis. Alle sphenoidalen Meningeome treten in den Meningen mit Knochenbeteiligung auf.. Die meisten (83,3%) Epidermoide und Dermoide treten im subperiostalen Orbitaraum nahe einer Knochennaht mit einem knöchernen Defekt, knöcherner Ausdünnung oder Sklerosierung auf. Wenn die extraokuläre Muskeln befallen werden, kann man wissen, leichtgültig ob die Muskelsehnen infiltrierteten oder nicht werden und welche extraokulären Muskeln betroffen sind. In der Literatur werden der M. rectus inf. und der M. rectus med. als die am häufigsten involvierten Muskeln bei der endokrinen Orbitopathie beschrieben [50, 64], wobei sich hier typischerweise eine Vergrößerung des Muskelbauches und eine Aussparung der Muskelsehne zeigt [53, 64, 65, 66]. Bei der Untersuchung von insgesamt 52 Patienten mit Orbitamyositis [83] zeigt sich der M. rectus med. als der am häufigsten involvierte Muskel (70,0%) und gleichzeitig

als die am häufigsten involvierte Muskelsehne. Auch in unserer Studie ist die Muskelsehne bei der Orbitamyositis häufig (77,8%) betroffen, demgegenüber wies keiner der 128 Fälle mit einer endokrinen Orbitopathie eine Muskelsehnenbeteiligung auf. Bei der endokrinen Orbitopathie haben 11 von 14 (80,0%) der Fälle eine Beteiligung des M. rectus inf. im Sinne einer Einzelmuskelbeteiligung und bei den anderen 3 von 14 Fälle (20,0%) ist der M. rectus med. involviert. Bei der Orbitamyositis ist in 4 von 7 (57,1%) Fälle der M. rectus lat., in 2 von 7 (28,6%) Fälle der M. rectus med. und in 1 von 7 (14,3%) Fälle der M. rectus sup. betroffen. Dies zeigt, dass bei einer isolierten Vergrößerung des M. rectus lat. andere Ätiologien als die einer endokrinen Orbitopathie in Betracht gezogen werden soll. Trotz des Berichtes einer diffusen Vergrößerung (einschließlich des Sehnenansatzes) einer Einzelmuskelbeteiligung der extraokulären Muskeln bei einer Metastasenerkrankung [111] gibt es in unserer Studie einen Fall mit einer Vergrößerung zweier Muskelbauch. Entsprechend unserer Resultate können Traumata (Hämatom), Phlegmonen, Pseudotumore und Tumore alle sowohl eine Muskelsehnen- als auch eine Muskelbauchbeteiligung eines einzelnen oder mehrerer Muskeln aufweisen. Im extrakonalen Raum befinden sich 60,0% der Rhabdomyosarkome im oberen inneren Quadranten der Orbita. Diese Region ist die am häufigsten beobachtete Lokalisation bei Rhabdomyosarkomen, wohin gegen 13 von 18 Lymphomerkkrankungen hauptsächlich in der anterioren Orbita auftraten. Dies hängt vermutlich mit dem Lymphgewebe in dem anterioren Orbitaseptum zusammen. Hämangiome treten am häufigsten im intrakonalen Raum auf, der extrakonale Raum ist der zweithäufigste Ort für deren Auftreten innerhalb der Orbita.

5.2 Die Rolle der morphologischen Kriterien in der HR-MRT-Diagnostik der Orbitakranheiten

Das Hauptkriterium für die Differenzierung der Orbitakrankheiten ist die Lokalisation in den Kompartimenten. Für weitere Differenzierungen können morphologische Kriterien eingesetzt werden. Die morphologischen Kriterien umfassen die Größe, die Form und die Berandung der Läsion. Die Morphologie der Krankheit spiegelt die klinisch-pathologischen Eigenschaften wider, welche wiederum mit dem biologischen Verhalten korrelieren können. Die HR-MRT kann eine ausgezeichnete Darstellung der Orbitaanatomie und der morphologischen Kriterien der Krankheiten liefern. So können die tatsächlichen objektiven morphologischen Befunde der HR-MRT die klinisch-pathologischen Eigenschaften der Krankheiten auch in vivo widerspiegeln. So wie die Lokalisation können auch morphologische Kriterien von Orbitakrankheiten Anhaltspunkte zur Differentialdiagnose geben. Anhand der Literatur [112] ist auch die Form

einer Läsion für die Diagnosefindung hilfreich. Eine scharf abgegrenzte Läsion kann auf einen gutartigen Prozeß hindeuten, eine unregelmäßige, lobuläre Läsion kann ein Zeichen für eine maligne Erkrankung (z.B. ein Lymphom), eine lymphoidale Hyperplasie oder einen invasiven Prozess (z.B. einen Tumor der Nasennebenhöhlen) sein.

Die morphologischen Kriterien der extraokulären Muskeln in der Bildgebung:

In der Literatur [113] wird berichtet, dass die primären oder lokal-invasiven Muskeltumore für die stärkste Muskelverdickung verantwortlich seien. 69% solcher Tumore verursachen eine Muskelverdickung von mehr als 11 mm im Durchmesser, während Myositiden, Metastasen, Infektionen und vaskuläre Läsionen nur eine mäßige Muskelverdickung hervorrufen (6-10 mm). Eine Reduktion der Muskelgröße ist deutlich seltener als eine Vergrößerung, Ursache hierfür kann eine Denervation oder eine Myopathie sein, weitere Ursachen können eine Hirnnervenlähmung, okuläre Myopathie, postinflammatorische Fibrose oder ein kongenitales Fibrosesyndrom sein. Eine Muskelverkürzung kann bei der entzündlichen Fibrose, einem Trauma oder nach einem chirurgischen Eingriff auftreten. Eine Muskelkontraktion ist auch als Folge einer sklerosierenden Orbitametastase eines Mamma-Ca oder eines Magen-Ca möglich. In unserer Studie hat nur ein Patient mit Lähmung des 6. Hirnnervens eine Größenminderung des M. rectus lat. gezeigt und bei einem weiteren Patienten mit einer traumatisch bedingten Einklemmung des Muskels liegt eine Muskelverkürzung vor. Nur 9 von 123 endokrinen Orbitopathien zeigen eine normale Muskelgröße, 90% der endokrinen Orbitopathien und 100% der Myositiden zeigen eine geringe bis mäßige Verdickung der beteiligten Muskeln. Pathologische Prozesse können zu diffusen oder fokalen Muskelvergrößerungen mit oder ohne Muskelsehnenbeteiligung führen. Eine diffuse Muskelvergrößerung kann ein Hinweis auf Entzündung, Venenstauung, Infiltration oder seltener einer Akromegalie sein. Eine Muskelsehnenbeteiligung ist hinweisend für eine Myositis. Fokale oder noduläre Vergrößerungen weisen normalerweise auf einen neoplastischen Prozeß hin, obwohl diffuse Vergrößerungen aufgrund einer Tumordinfiltration oder der Behinderung des venösen Rückflusses an der Orbitaspitze auftreten können. In unserer Studie haben alle endokrinen Orbitopathien und alle Fälle einer Myositis eine längliche Muskelform. Nur in einem Fall mit multiplen Metastasen finden sich runde und noduläre Muskelformen. Ein Patient mit traumatisch bedingter Muskeleinklemmung zeige unregelmäßige Muskelformen. Gesunde extraokuläre Muskeln sind scharf abgegrenzt. Ein unregelmäßiger und schlecht definierter Muskelumriß ist ein Zeichen für eine entzündliche und neoplastische Erkrankung. Eine Entzündung und Infiltration des Orbitafettes kann zur Zerstörung der Gewebsstrukturen führen, wobei

angrenzende okuläre oder periokuläre Strukturen befallen werden können. Ähnliche Befunde können auch nach einem akutem Trauma auftreten. Eine neoplastische Infiltration der extraokulären Muskeln (z.B. durch Lymphom oder Metastase) infiltriert häufig lokal und zerstört das Orbitafettgewebe [113]. In unserer Studie wiesen 2 Fälle mit Muskeltrauma, 3 von 18 Fällen mit diffusem Lymphom, alle 3 Fälle mit Pseudotumoren und alle 3 Phlegmonen mit Muskelbeteiligung einen unscharfen Muskelumriß auf. Alle Fälle einer Myositis und endokriner Orbitopathie zeigen eine gut definierte Muskelabgrenzung. Der Orbitapseudotumor involviert immer das Orbitafettgewebe, obgleich auch die anderen intraorbitalen Strukturen begleitend befallen werden können. Wenn nur Muskeln betroffen sind, kann eine Abgrenzung zur endokrinen Orbitopathie schwierig sein und durch die Beurteilung der Schärfe der Muskeln eine Differenzierung möglich sein. Während die vergrößerten Muskeln beim Pseudotumor normalerweise schlecht abgrenzbar sind, sind sie bei der endokrinen Orbitopathie sehr scharf abgegrenzt. Im Allgemeinen deutet eine schlecht definierte retrookuläre Raumforderung mit intrakonialer und extrakonialer Beteiligung im Erwachsenenalter am wahrscheinlichsten auf einen Pseudotumor hin.

Die morphologischen Kriterien von Krankheiten im extrakonialen Raum

Der extrakonale Raum ist normalerweise hauptsächlich mit Fett ausgefüllt. Die häufigste Krankheit mit Fettbeteiligung ist die endokrine Orbitopathie, welche eine Vermehrung des Fettvolumens verursacht. In unserer Studie haben 45 von 47 Patienten eine starke Vermehrung des Fettvolumens (Volumen grösser als 3,0 ml), nur 2 Fälle weisen ein normales Fettvolumen auf (sie zeigten allerdings ein pathologisches MR-Signal). Die Läsionsgröße anderer Krankheiten, wie bei Lymphomen, Metastasen, Hämangioperizytomen und Rhabdomyosarkomen, sind meistens beträchtlich (Volumen grösser als 3,0 ml), während bei den Hämangiomen alle Größen der Tumoren gleichmäßig verteilt auftreten. Der Rand der Hämangiome und Hämangioperizytome ist gut abgrenzbar, während Lymphome und Rhabdomyosarkome überwiegend einen unscharfen Rand haben. Die Form der beteiligten Fettgewebe aller endokrinen Orbitopathien und der meisten (15 von 18) Lymphome ist unregelmäßig, meist würfelförmig, während ein Lymphangiom eine lange bzw. tubuläre Form zeigt, haben die meisten Orbitahämangiome, Hämangioperizytome, Rhabdomyosarkom und Metastasen runde oder elliptische Formen. Trotz der Beschreibung des schlecht definierten bzw. unscharfen Randes von Lymphangiomen in der Literatur [114], was zur Differenzierung von Hämangiomen hinzugezogen werden kann, zeigt ein Lymphangiom in unserer Studie einen gut definierten Rand.

Die morphologischen Kriterien von Krankheiten in subperiostalen Raum

Das subperiostale Kompartiment umfasst den subperiostalen Spaltraum und die knöcherne Orbita. Die am häufigsten gefundenen pathologischen Prozesse sind Hämatome, Sinusmukozelen und von den angrenzenden Nasennebenhöhlen eingewachsene Karzinome oder Sarkome [57]. Epidermoide, Dermoide und Mukozele können in allen Größenstufen gefunden werden, während alle Nasennebenhöhlenkarzinome und Sphenoidalmenigeome ein Volumen grösser als 3,0 ml aufwiesen. Alle Epidermoide, Dermoide und Mukozele zeigen runde oder elliptische Formen, während alle Nasennebenhöhlenkarzinome und 6 von 9 sphenoidalen Menigeomen eine unregelmäßige Form haben. Auch bezüglich der Berandung zeigen sich hier Unterschiede. Der Rand sämtlicher Epidermoide, Dermoide und Mukozelen ist scharf, während alle Nasennebenhöhlenkarzinome und 6 von 9 sphenoidale Meningeome einen unscharfen Rand haben.

5.3 Die Rolle der Signalintensitäten in der HR-MRT-Diagnostik der Orbitakrankheiten

Das Signalverhalten kann nur bedingt als Differenzierungskriterium verwendet werden, da die meisten Krankheiten das gleiche Signalverhalten in der MRT aufweisen. Es scheint, daß das Signalintensitätsmuster in der Regel keine spezifische Differenzierung der benignen Orbitaprozessen untereinander und in den meisten Fällen auch keine spezifische Unterscheidung zwischen benignen und malignen Läsionen erlaubt. Jedoch kann die MRT einige Läsionen mit charakteristischen Signalintensitätsmustern nachweisen, insbesondere solche, die eine Blutung, paramagnetisches Melanin, Fett, Protein, Wasser oder Nekrosen enthalten. Darüberhinaus können mit der MRT durch Flow-void-Phänomene Tumor-versorgende Gefäße nachgewiesen werden. Durch die Gabe von Kontrastmittel wird eine weitere Charakterisierung der verschiedenen orbitalen Läsionen möglich.

HR-MRT-Bilder von Orbitakrankheiten ermöglichen die Darstellung pathologischer Prozesse und ihrer spezifischen Charakteristika, die mit dem biologischen Verhalten korrelieren [4]. So spielen die Signalintensitäten doch eine wichtige Rolle in der Differentialdiagnose von Orbitakrankheiten.

Die Signalintensität der extraokulären Muskulatur in HR-MRT-Bilder

Der normale extraokuläre Muskel ist hypointens auf T1-gewichteten Bildern und etwas signalreicher auf den T2-gewichteten Bildern. Nach Kontrastmittelgabe zeigt er eine mäßige Signalerhöhung. Bei Blutungen, Ödemen, Fettdegenerationen und einer Fibrose verändert sich die Signalintensität des Muskels. In unserer Studie zeigt ein Fall eines Hämatoms im M. rectus aufgrund eines Traumas ein besonders hohes Signal auf den T1-gewichteten Bildern. Die MRT ist in der Lage, zwischen einer aktiven und einer inaktiven Augenkrankheit zu unterscheiden, da sich Ödeme und Fibrose unterscheidlich darstellen. In den frühen Stadien dieser Krankheiten sind die Muskeln durch eine Infiltration mit Lymphozyten, Fibroblasten und ein Ödem vergrößert. In den späteren Stadien werden die vergrößerten Augenmuskeln fibrotisch und die Krankheit hat das inaktive Stadium erreicht [55]. Für diese Differenzierung kann die quantitative MRT (Berechnung der T2-Relaxationszeit der Augenmuskeln) angewendet werden, da die T2-Relaxationszeit von ödematösem Gewebe länger als die von fibrotischem Gewebe ist. Die T2-Relaxationszeiten der Augenmuskeln und des retrobulbären Fettes werden mit Hilfe einer Multiechosequenz bestimmt [65, 115, 116]. Die normalen Werte für die T2-Relaxationszeit des Augenmuskels liegen unter 100 ms. Anhand der Literatur unterscheidet sich die kalkulierte T2-Relaxationszeit der Augenmuskeln zwischen Kontrollpersonen und Patienten im Stadium III und IV der endokrinen Orbitopathie [117]. In unserer Studie weisen 123 von 128 Fällen mit endokriner Orbitopathie eine Beteiligung der extraokulären Muskeln auf. 39 Fälle haben teilweise hohe Signale auf den T1-gewichteten Bildern (Fettdegeneration), 61 Fälle haben hohe Signalintensitäten auf den T2-gewichteten Bildern mit einem Mittelwert der T2-Relaxationszeit von 123 ms (Spanne 100-174 ms), was einem aktiven Ödem entspricht, 8 Fälle haben Fettdegenerationen und Ödeme gleichzeitig in den verschiedenen Augenmuskeln, 15 Fälle zeigen eine normale Signalintensität. Eine in der Literatur beschriebene Untersuchung mit 52 Patienten mit Orbitomyositis [83] zeigt ein hohes Signal der beteiligten Muskeln auf den T2-gewichteten Bildern. In unserer Studie weisen 6 von 9 von Orbitamyositiden im Vergleich mit dem Signalverhalten gesunder Muskel eine Isointensität und 3 von 9 eine Hyperintensität auf. 6 der 9 Myositis-Fälle werden mit Kontrastmittel untersucht und 5 von ihnen haben eine deutliche Signalerhöhung, ein Patient zeigt keine auffällige Signalveränderung in dem beteiligten Augenmuskel.

Die Signalintensität von Krankheiten im extrakonalen Raum in MRT-Bildern

Die häufigste Krankheit mit Beteiligung des extrakonalen Fettgewebes ist die endokrine Orbitopathie, die hauptsächlich eine Vergrößerung des Fettvolumens mit meist normalen Signalintensitäten darstellt. Nur 5 von 47 Fällen zeigen eine Signalintensitätsänderung im Sinne eines aktiven Ödems oder einer chronischen Fibrose. Das Lymphangiom ist ein Gefäßtumor der Orbita mit einer Neigung zur wiederkehrenden Spontanblutung [97]. Die MRT müsste daher in idealer Weise für die Auswertung des Lymphangioms geeignet sein, da sie die Fähigkeit hat, Blutungen aufgrund der paramagnetischen Eigenschaften des Hämoglobins sensitiv zu erkennen. Das Hämoglobin erscheint hyperintens auf den T1-gewichteten und stark hypointens auf den T2-gewichteten Bildern. Diese MRT-Eigenschaft soll normalerweise helfen, Blutung von den Pseudotumoren, dem Hämangiom und vielen anderen Läsionen zu unterscheiden. In der Literatur wird über das Flow-void-Phänomen im Zusammenhang mit Tumor-versorgenden Gefäßen berichtet [97]. In unserer Studie weist ein Fall eines Lymphangioms eine Hyperintensität in T1- und T2-gewichteten Bildern auf, ein Flow-void-Phänomen ist jedoch nicht zu beobachten. Bei den 2 Fällen mit Orbitahämangioperizytomen zeigt ein Fall ein homogenes Signal und das andere ein inhomogenes Signal. Beide sind auf den T1-gewichteten Bildern hauptsächlich isointens und auf den T2-gewichteten hyperintens, in einem Fall gibt es eine bindegewebige Unterteilung der Läsion. Die meisten Lymphome und Rhabdomyosarkome erscheinen isointens auf den T1-gewichteten und isointens oder hyperintens auf den T2-gewichteten Bildern. In der Literatur [91] wird berichtet, dass das kindliche kapilläre Hämangiom wegen der Gefäße große Areale mit geschlängelten Signalauslöschungen zeigt, was zur Differenzierung von anderen Läsionen wie z.B. dem Rhabdomyosarkom dient. Das kavernöse Hämangiom im Erwachsenenalter erscheint iso- bis leicht hyperintens auf T1-gewichteten und signifikant hyperintens auf T2-gewichteten Bildern, nach Kontrastmittelgabe zeigt sich eine unterschiedliche Signalverstärkung. 4 von 7 Metastasenfällen zeigen eine Beteiligung des extrakonalen Raumes und von diesen haben 2 Melanomfälle ein besonderes Signalverhalten mit einer Hyperintensität in den T1-gewichteten und Hypointensität in den T2-gewichteten Bildern. Dieses Signalverhalten ist bedingt durch die paramagnetischen Effekte des Melanins, welches eine Verkürzung der T1- und T2-Relaxationszeit verursacht und damit eine erhöhte Signalintensität auf T1-gewichteten Bildern und eine verringerte Signalintensität auf T2-gewichteten Bildern erzeugt. Leider kann man diese spezifischen MR-Eigenschaft des Melanins nicht in allen Fällen von Melanomen [17,19,118] als Hauptdiagnosekriterium verwenden, um sie

von einem Augenhöhlentumor zu unterscheiden, was auf den unterschiedlichen Grad der Melaninisierung zurückzuführen ist.

Die Signalintensität der Erkrankung in subperiostalen Raum auf MR-Bilder

Im subperiostalen Raum weisen Dermoiden eine besondere Signalintensität wegen ihres Fettbestands auf. In der MRT können häufig pathognomische Fett-Flüssigkeitsspiegel gezeigt werden. Dermoiden enthalten zwar nicht immer Fett, aber eine fetthaltige Struktur in der Orbita kann als Dermoid diagnostiziert werden. In unserer Studie zeigen 4 von 6 Fällen eine für Fett typische Signalintensität, was einen Anhaltspunkt bei der Differenzierung des Dermoids zu anderen zystischen Krankheiten wie Epidermoiden liefern kann. Rupturierte Dermoidzysten haben jedoch ein anderes Signal und können mit Hämangiomen verwechselt werden. Wenn die Dermoiden keine für ihren Fettgehalt typische Signalintensitäten aufweisen, ist es sehr schwierig, sie von Epidermoiden zu unterscheiden. Die meisten der Epidermoide und nicht Fett-haltigen Dermoiden haben kein besonderes Signalverhalten, wie Hypointensität auf T1- und Hyperintensität auf T2-gewichteten Aufnahmen und neutrales Verhalten nach Kontrastmittelgabe. Die Signalintensität von Mukozelen hängt von ihrem Flüssigkeitsgehalt ab. Läsionen mit erhöhtem Proteingehalt oder Blutabbauprodukten würden eine Veränderung der MRT-Darstellung zeigen, bei Infektionen tritt eine randständige Signalerhöhung in der Läsion nach intravenöser Kontrastmittelgabe auf. 2 von 6 Traumafällen haben Hämatoome im subperiostalen Kompartiment der Orbita. Sie zeigen ein charakteristisches Signalverhalten mit typischen Hyperintensitäten in den T1-gewichteten Bildern. In unserer Studie zeigen alle 9 sphenoidalen Meningeome ein typisches Signalmuster. Es gibt keine Hypointensität in den T1-gewichteten und keine Hyperintensität in den T2-gewichteten Bildern. In einem Fall vom Cholesterolzyste ergibt sich ein besonderes Signalverhalten mit Hyperintensität in den T1- und T2-gewichteten Bildern. Alle 6 Karzinome der Nasennebenhöhlen haben inhomogene Signalintensitäten, weisen Nekrosen und zystische Bereiche auf und zeigen nach intravenöser KM-Gabe eine deutliche Signalerhöhung im soliden Anteil des Tumors.

5.4 Die Rolle der Ausdehnung und der Veränderungen in den angrenzenden Strukturen in der HR-MRT-Diagnostik von Orbitaerkrankungen

Der Retrobulbärraum ist ein verhältnismäßig großer Raum, durch den die extraokulären Muskeln, der N. opticus, Blutgefäße, Nerven und Septen verlaufen. Es gibt nicht nur einige natürliche

Barrieren für Begrenzung einer Krankheitsausdehnung, sondern auch einige Verbindungswege, die die Ausbreitung der Erkrankung zwischen den Orbitaräumen, der Orbita und den Nasennebenhöhlen, der Orbita und dem Intrakranium begünstigen. So können sich Orbitatumoren und andere Krankheiten, welche in den genannten Räumen entstehen, je nach ihrem Invasionsvermögen in die Umgebung ausbreiten. Deshalb können die Ausdehnung und die angrenzenden Strukturveränderungen einer Orbitaerkrankung das biologische Verhalten der Erkrankung widerspiegeln. Die HR-MRT kann den Umfang der Tumorbeteiligung und die Ausdehnung der Krankheit relativ genau ermitteln und somit Anhaltspunkte und Hinweise zum vorliegenden Krankheitsprozeß und zur Differentialdiagnose liefern.

Von allen Veränderungen der angrenzenden Strukturen sind die knöchernen Änderungen die wichtigsten. Obwohl die CT generell zur Darstellung von Läsionen mit Knochenbeteiligung für besser gehalten wird, kann die HR-MRT hilfreich für die Dokumentation und die Charakterisierung von Prozessen sein, die die knöchernen Orbita befallen. Eine Anomalität mit kortikaler Knochenbeteiligung erkennt man im MRT durch eine Unterbrechung der zu erwarteten Signalauslöschung, die bei der Darstellung eines Knochens mit intakter Kortikalis auftreten würde. Im allgemeinen gehen bösartige Tumore der Orbita fast immer mit einer Knochenzerstörung einher. Eine Orbitametastase stellt sich normalerweise als schlecht definiertes extrakonales Weichteilgebilde mit Knochendestruktion dar. Das adenoide-zystische Tränendrüsenkarzinom ist das häufigste bösartige Epithelneoplasma, das durch ein invasives intrakraniales Wachstum gekennzeichnet ist. Nach unseren Ergebnissen treten eine knöcherne Destruktion in einem Fall eines Plasmozytoms, bei 2 von 7 Fällen mit Metastasen, in einem Fall einer Cholesterolzyste, bei 6 von 6 Fällen mit Nasennebenhöhlenkarzinomen, bei 1 von 2 Fällen mit Neurinomen, bei 4 von 18 Lymphomen, bei einem Basaliom, bei 2 von 5 Rhabdomyosarkomen und in einem Fall mit Neurofibrom auf, während 3 von 3 Pseudotumoren und 3 von 3 Phlegmonen keine knöcherne Destruktion aufweisen. Diffuse Orbitainfektionen und Entzündungen sind manchmal schwierig vom Lymphomen oder Rhabdomyosarkomen zu unterscheiden. Anhand der knöchernen Veränderungen (mit oder ohne Knochendestruktion) kann die MRT-Bildgebung zur Differenzialdiagnostik beitragen. In der Literatur [119] wird berichtet, dass die reizenden Inhalte der Dermoidzysten sich häufig in die umgebenden Gewebe entleeren und höchst wahrscheinlich die unregelmäßige Kammerbildung in dem angrenzenden Knochen hervorrufen. Andere Knochenänderungen, wie lineare Defekte, Ausdünnung oder Sklerosierung, treten ebenfalls auf. Im Gegensatz dazu zeigen oberflächliche Dermioide offensichtlich wenige Knochenveränderungen. In einer Untersuchung mit 70 Patienten [120]

treten Druckerosionen des Knochens in 61 Fällen auf und eine andere anomale Form, vermutlich entwicklungsbedingt, in 55 Fällen. Es findet sich in 24 Fällen ein Eindringen der Dermoidzyste in einen Tunnel oder einen Kanal durch die seitliche Wand, eine blinde Grube oder ein Krater in 15 Fällen und eine Spalte bei 20 Fällen. Bei vielen Patienten wird also eine anomale Knochenbeschaffenheit festgestellt. In unserer Studie haben 5 von 6 Dermoiden Knochendefekte oder eine unregelmäßige Kammerbildung, Ausdünnung oder Sklerose. Die Knochenveränderungen bei den Epidermoiden zeigen das gleiche Verhalten wie die Dermoid- und gleiche Lokalisationen. Mukozelen weisen ebenso knöcherne Veränderungen wie Epidermoide und Dermoid- auf, diese treten aber an unterschiedlichen Stellen auf. Als eines der Merkmale von Meningeomen wird eine hyperostotische Knochenveränderung festgestellt, was häufig ein Anhaltspunkt zur spezifischen Diagnose dieser Läsion darstellt. Die MRT kann offenbar eine Hyperostose als hohe Signalintensität innerhalb einer Region dokumentieren, in der normalerweise eine Signalauslöschung erwartet wird. In unserer Studie haben 6 von 9 sphenoidalen Meningeomen eine Hyperostose. Frakturen sind weitere knöcherne Veränderungen, welche nur bei Traumata gesehen werden.

Das Ausmaß der Veränderungen in den Orbitastrukturen wie Augenmuskeln, retrobulbäres Fett, N. opticus und Bulbus oculi hängt im Allgemeinen von der Größe und von der Lokalisation der Läsion ab. Große benigne raumfordernde Läsionen erzeugen eine mechanische Verschiebung angrenzender Orbitastrukturen. Infektionen und Entzündungen verursachen hauptsächlich eine Infiltration in angrenzende Orbitastrukturen, die keine Spezifität im Bezug auf das MRT-Signal aufweisen, es gibt jedoch Ausnahmen bei Lymphomen. Entsprechend der Literatur korreliert der raumfordernde Effekt des Lymphoms nicht mit seiner Größe[51, 53]. In unserer Studie haben 12 von 18 Fällen mit Lymphom ein großes Volumen (>3 ml), aber nur in 5 Fällen tritt ein Exophthalmus auf, eine mechanische Verdrängung der extraokulären Muskeln oder anderer Strukturen wird bei keinem Fall festgestellt und 17 von 18 dieser Fälle haben eine Infiltration in den extraokulären Muskeln. Dieses Phänomen (keine Übereinstimmung des raumfordernden Effekts mit der Läsionsgröße) kann für die Erstellung der Differentialdiagnose nützlich sein.

Der subperiostalen Raum der Orbita wird häufig von Krankheiten der Nasennebenhöhlen involviert [121]. Von Nasennebenhöhlen stammende Infektionen, Mukozelen und Tumore zeigen häufig Orbitabefunde. Sie können sich in die Orbita entweder durch die Zerstörung des Knochens und der Periorbita oder durch eine kleine Verbindung mit den Cellulae ethmoidales entlang ihrer medialen Wand ausbreiten. Eine direkte Ausbreitung ist meist ein Anzeichen für

bösartige Läsionen und hochgradige entzündliche Läsionen, wie Osteomyelitis und granulomatöse Entzündungen. Ein Basalzellkarzinom des Augenlides verursacht häufig bulbäre und periorbitale Destruktionen. Orbitaphlegmonen werden immer von einer Sinusitis begleitet. Niedriggradige infektiöse Krankheiten, insbesondere bakterielle Sinusitiden, befallen häufig die Orbita sekundär durch anatomische Öffnungen in der medialen Orbitawand.

Rhabdomyosarkome und Lymphome befallen hauptsächlich den extrakonalen Raum, häufig auch die intrakonalen und präseptalen Räume mit Destruktion der knöchernen Orbita sowie mit intra- und extrakranialer Ausbreitung.

Die endokrine Orbitopathie zeigt eine Zunahme der extraokulären Muskelgröße und häufig eine massive Zunahme des Augenhöhlenfettes. Eine bilaterale Muskelbeteiligung ist ein Hinweis für eine endokrine Orbitopathie, aber sie kommt auch bei der Orbitamyositis, bei Metastasen, bei Akromegalie und bei arteriovenösen Shunts vor. Eine multiple Muskelbeteiligung in einer Orbita ist allgemein ein Zeichen für arteriovenöse Shunts (symmetrische Muskeln sind involviert) und für Myositis oder Metastase (asymmetrische Muskeln sind involviert).

5.5 Die Rolle der Krankengeschichte bei der HR-MRT-Diagnostik von Orbitaerkrankungen

Die Orbita beinhaltet eine Ansammlung von mehreren unterschiedlichen Strukturen in einem sehr kompakten Raum und reagiert auf pathologische Reize mit einem relativ eingegrenzten Symptombereich und klinischen Zeichen. Objektive Zeichen und Symptome sind zwar hilfreich für die Diagnosestellung, aber leider wenig spezifisch. Für die Diagnostik genügt im allgemein eine sorgfältige Anamnese und Untersuchung verbunden mit geeigneter Schilddrüsenserologie. Eine augenbezogene, medizinische und familiäre Anamnese liefert essentielle Anhaltspunkte zur Unterstützung und Ergänzung der Diagnosestellung [122]. Die Kombination klinischer Anamnese und Untersuchung mit den radiologischen abbildenden Verfahren kann wertvolle Informationen für Krankheitsdiagnose und Differentialdiagnose erbringen.

Das Rhabdomyosarkom ist das häufigste primäre Orbitamalignom im Kindesalter. Das Durchschnittsalter beträgt 8,8 Jahre (medianes Alter 7 Jahre) in Untersuchungen mit je 30 Fällen und 68 Fällen in der Literatur [123, 124]. In unserer Studie treten bei 4 von 5 Patienten mit Rhabdomyosarkom der Tumor im Kindesalter auf, wobei das mediane Alter auch hier 7 Jahre beträgt. Das kapilläre Orbitahämangiom ist der häufigste Orbitatumor bei Kindern und es entsteht typischerweise im frühen Lebensabschnitt. Im Gegensatz dazu ist das kavernöse

Hämangiom der häufigste Orbitagefäßtumor im Erwachsenenalter [90, 91]. Basalzellkarzinome treten häufig bei älteren Patienten auf [125]. Das Meningeom betrifft bevorzugt Frauen und hat ein Frau-zu-Mann-Verhältnis von etwa 2 zu 1 [82, 126]. Die Orbitamyositis tritt am häufigsten bei Jugendlichen und im mittleren Erwachsenenalter mit einem Frau-zu-Mann-Verhältnis von etwa 2 zu 1 auf [82]. Die endokrine Orbitopathie ist die häufigste Ursache der unilateralen und bilateralen Proptosis im Erwachsenenalter und tritt am häufigsten bei Frauen zwischen dem 30. und 50. Lebensjahr auf [81]. Das gleiche Ergebniss wird auch in unserer Studie festgestellt, etwa 80% (101 von 128) der endokrinen Orbitopathien treten bei Frauen auf, ungefähr 73% (93 von 128) der Patienten sind zwischen 30 und 60 Jahre alt. Es ist nützlich für die Differentialdiagnose dieser Krankheit, das Alter der Patienten und das Geschlecht in Betracht zu ziehen.

Die Diagnose von Orbitapseudotumor basiert auf einer Kombination von klinischen, radiologischen und histopathologischen Befunden nach sorgfältigem Ausschluß von spezifischen systemischen und lokalen Erkrankungen [78]. Pseudotumore treten am häufigsten bei Patienten des mittleren oder höheren Alters auf, während Neoplasmen häufig früher auftreten. Neoplasmen kommen fast immer einseitig vor; Pseudotumoren sind häufiger mit entzündlichen Zeichen verbunden. Die abbildende Darstellung von Lymphomen ist normalerweise unspezifisch und kann manchmal nicht von einem Orbitapseudotumor unterschieden werden, jedoch wird die Differenzierung durch die Verbindung der MRT-Technik mit der klinischen Untersuchung einfacher. Orbitapseudotumore zeigen normalerweise drastische Besserung nach einer Steroidtherapie und in der Tat basiert die endgültige Diagnose häufig auf dem Ansprechen auf Steroide.

Eine extraokuläre Muskelbeteiligung bei Orbitaerkrankungen tritt am häufigsten bei der endokrinen Orbitopathie auf. Es gibt jedoch eine Reihe von anderen Ursachen, die die Größe, die Form und die Funktion dieser Muskeln verändern können [113]. Sie umfassen den Orbitapseudotumor, die arteriovenöse Malformation, die traumabedingte Läsion und das Neoplasma dieser Muskeln. Die Differentialdiagnose der Muskelkrankheit kann durch sorgfältige Analyse der klinischen Merkmale und zusätzliche Tests eingegrenzt werden. In den meisten Fällen dürfte die klinische Korrelation eine klare Differenzierung erzielen, obwohl in einigen Fällen eine Biopsie erforderlich sein könnte. Es wird in unserer Studie festgestellt, dass alle Patienten mit endokriner Orbitopathie, Phlegmonen, Pseudotumor und Traumata spezielle klinische Anamnesen oder Symptome haben. Alle Patienten mit endokriner Orbitopathie haben

anamnestisch eine Schilddrüsenerkrankung und alle 3 Phlegmonen sind immer mit entzündlichen Zeichen verbunden.

Die Metastasen in der Orbita unterscheiden sich bezüglich ihrer Lokalisation sowie des Ursprungs des primären Neoplasmas bei Kindern und Erwachsenen [102, 103]. Bei den Kindern befallen die Metastasen die Orbita häufiger als den Augapfel. Neuroblastom, Leukämie und Ewing-Sarkom sind die häufigsten primären Neoplasmen. Bei den Erwachsenen treten ungefähr zwei Drittel der Metastasen okulär auf und nur ein Drittel retrobulbär. In nur 50% dieser Fälle ist der Ursprung des Primärtumors bekannt. Meist stammen sie von Karzinomen der Brust, der Bronchien, der Prostata und von Melanomen ab. Eine klinische Anamnese oder Biopsie ist normalerweise notwendig, um die Diagnose zu stellen. Klinische Merkmale der Metastasen in der Orbita hängen mit dem biologischen Verhalten des Primärtumors zusammen. Es variiert im Wesentlichen unter verschiedenen Primärtumortypen. In unserer Studie haben 71,4% (5 von 7) der Patienten mit Metastasen anamnestisch einen gesicherten Primärtumor (2 Fälle waren Melanome, je ein Fall stammte von Mamma-Ca, Bronchial-Ca und Prostata-Ca), nur bei 30% (2 von 7) gibt es keine Zuordnung des Primärtumors. Bei Metastasen ist es für die Diagnosestellung nützlich, die vorherige Malignitätsanamnese in Betracht zu ziehen, auch wenn der Primärtumor bereits viele Jahre vor der Untersuchung entstanden sein kann.

6. Zusammenfassung

Orbitale Erkrankungen stellen für mehrere klinische Fachdisziplinen in Bezug auf Diagnostik und Therapie ein großes Problem dar. Die hochauflösende MRT ist in der Lage, eine detaillierte Übersicht für die Orbitaanatomie und deren Abnormalitäten zu liefern. Aus diesem Grunde ist diese Studie durchgeführt worden, in der hochauflösenden MRT-Charakteristika von 224 Patienten mit orbitalen Erkrankungen beurteilt worden ist. Die Kriterien der Beurteilung sind: Lokalisation, Größe, Form, Berandung, Ausdehnung und Veränderung der Nachbarstrukturen sowie die Signalintensitäten der Erkrankungen.

Die Lokalisationskriterien sind sehr nützlich für die Differentialdiagnose orbitaler Erkrankungen der Augenmuskeln, dem extrakonalen und subperiostalen Kompartiment mittels der hochauflösenden MRT. Durch die Zuordnung zu einem Kompartiment kann die Differentialdiagnose grob eingeeengt werden. Das subperiostale Kompartiment kann in Sinus, Meningen, orbitalen Knochen und subperiostalen Spaltraum weiter unterteilt werden. Mukozelen und Nasennebenhöhrentumoren sind nur in den Sinus zu finden, sämtliche Keilbeinmeningeome weisen einen Befall der Meningen auf. 83,3% Epidermoide und Dermoide liegen im orbitalen subperiostalen Raum mit einer engen Nachbarschaft zu einer Suture. Die meisten Muskelbefälle der endokrinen Orbitopathie betreffen den inferioren und medialen geraden Muskel, die Verdickung des Muskelbefalls ist typischerweise nur im Muskelbauch ohne Muskelsehnenbefall. Myositiden haben häufiger einen Muskelsehnenbefall. Wenn eine Verdickung eines einzelnen Muskels den M. rectus lateralis betrifft, ist die Diagnose einer endokrinen Orbitopathie nicht wahrscheinlich. Rhabdomyosarkome liegen häufig im oberen inneren Quadranten der Orbita. Lymphome liegen meistens im frontalen Anteil des extrakonalen Kompartiments in Nachbarschaft zum Septum orbitale.

Für eine weitere Differentialdiagnose sollen die morphologischen Kriterien verwendet werden. Auch die Größe, Form und der Rand der orbitalen Erkrankungen können den wichtigen Hinweis zur Differentialdiagnose liefern. Ein reduziertes Muskelvolumen ist bei der Muskelatrophie und dem Trauma mit Muskel Einklemmung gesehen worden. Bei 11 von 128 endokrinen Orbitopathien ist das Volumen normal. Die meisten Erkrankungen gehen mit einer Volumenzunahme einher. Keilbeinmeningeome, Karziome der Nasennebenhöhlen, Rhabdomyosarkome und Lymphome haben große Volumina. Myositis und endokrine Orbitopathie mit Muskelbefall haben meist geringe oder mittlere Volumenzunahmen. Mukozelen, Epidermoid, Dermoid, Metastasen und Hämangiome können in allen Größenstufen gefunden werden. Epidermoide, Dermoide, Mukozelen, Hämangioperizytome, Hämangiome, Rhabdomyosarkome und

Metastasen haben meist runde oder elliptische Formen, eine längliche Form wird bei orbitaler Myositis und endokriner Orbitopathie mit Muskelbefall beobachtet. Karzinome der Nasennebenhöhlen, Keilbeinmeningeome, Lymphome, endokrine Orbitopathie mit Fettbefall, Pseudotumoren und Phlegmone zeigen sich unregelmäßige Formen. Epidermoide, Dermoide, Mukozelen, Myositis, endokrine Orbitopathie, Hämangiome und Hämangioperizytome haben meistens einen scharfen Rand. Dagegen weisen Karziome der Nasennebenhöhlen, Lymphome, Keilbeinmeningeome, Rhabdomyosarkome, Metastasen, Pseudotumoren und Phlegmonen undeutliche Ränder auf.

Die Verwendung der MRT-Signalintensitäten zur Differenzierung ist eingeschränkt, weil die meisten Läsionen sehr ähnliche Signalintensitäten zeigen. Es gibt aber einige Läsionen, die aufgrund ihrer Zusammensetzung besondere Signalintensitäten aufweisen, z.B. Blutungen, Melanin (paramagnetisch), Fett, Proteine, Wasser und Nekrosen. Mit einer Kontrastmittelgabe und dem Verhalten des Enhancements kann eine weitere Charakterisierung erfolgen.

Bei den Veränderungen der Nachbarstrukturen sind vor allem die Knochenveränderungen am aussagekräftigsten. Epidermoide, Dermoide und Mukozelen sind meist mit Knochendefekten oder Kompressionsveränderungen verbunden, Keilbeinmeningeome stehen eng in Zusammenhang mit Knochenhyperplasien, Nasennebenhöhlenkarzinome sind immer mit Knochendestruktionen verbunden und Frakturen werden nur bei Traumata gesehen. Die raumfordernde Wirkung von Lymphomen ist nicht sichtbar, denn hier zeigt sich eine Diskrepanz zwischen einer oft charakteristischen, ausgedehnten Infiltration und nur einer geringen Verlagerung anderer Orbitastrukturen.

Die klinische Krankengeschichte ist auch wesentlich zur Findung der Differentialdiagnose. Alle hier untersuchten Patienten mit Phlegmone und Trauma haben besondere Krankengeschichten. 70% Patienten mit Metastasen haben einen gesicherten Primärtumor in der Krankengeschichte. Alle Patienten mit endokriner Orbitopathie haben in der Anamnese eine Schilddrüsenerkrankung. Von diesen Patienten sind etwa 80% weiblich und 73% zwischen 30 und 60 Jahre alt. Rhabdomyosarkome treten hauptsächlich in der Kindheit auf. Pseudotumoren sprechen schnell und außerordentlich gut auf Steroidtherapien an. Somit kann eine Verbindung von Anamnese und MRT-Bildgebung wertvolle Informationen zur Differentialdiagnose liefern.

Zur Differenzierung endokriner Orbitopathie und Myositis ist es nützlich die Lokation des Muskelbefalls (unilateral oder bilateral, Muskelsehne- oder Muskelbauchbefall, Einzelbefall oder Befall mehrerer Muskeln und Bevorzugung bestimmter Muskeln), die Ausdehnung (mit

oder ohne Fettbefall), die Verlagerung des Augapfels, MRT-Signalintensitäten und die zeitliche Anamnese zu berücksichtigen. Zur Differenzierung Rhabdomyosarkom und Lymphome sollen das Alter, die Form der Läsionen und der Muskelbefall berücksichtigt werden. Zur Differenzierung zwischen Metastasen und Hämangiome können ihre klinische Krankengeschichte (mit oder ohne frühere Tumoren), der Rand der Läsionen, Muskelbefall und ihr MRT-Signal und das Ausmaß des Enhancements wertvolle Informationen liefern. Die einzige Differenzierungsmöglichkeit zwischen Epidermoid und Dermoid ist die MRT-Signalintensität (fettiger oder wässriger Inhalt der Läsion). Die Lokation ist am wichtigsten für die Differenzierung zwischen Epidermoid und Mukozelen. Für eine Differenzierung zwischen Keilbeinmeningeomen und Nasennebenhöhlenkarzinome können ihre Lokationen, ihre Signalintensität, das Kontrasmittelverhalten und Veränderungen der Nachbarstrukturen den wichtigen Hinweis liefern.

7. Literaturverzeichnis

- 1 Gentry LR. Anatomy of the orbit. *Neuroimaging Clin N Am*. 1998 Feb; 8(1): 171-94
- 2 Adler IN, James CA, Glasier CM. Ophthalmologic disease in children. *Magn Reson Imaging Clin N Am*. 2001 Feb; 9(1): 191-206
- 3 Artmann H, Grau H, Losche CC. Significance of computed tomography in ophthalmologic diagnosis. II. CT of eyeball tumors, orbital tumors, nontumor space-occupying orbital processes and malformations. *Radiol Diagn (Berl)*. 1990; 31(1): 5-19
- 4 Lemke AJ, Hosten N, Grote A, et al. Anatomy and pathology of the retrobulbar space in MRI using a high-resolution surface coil. *Ophthalmologe*. 1996 Jun; 93(3): 292-8
- 5 Hosten N, Lemke AJ, Sander B, et al. MR anatomy and small lesions of the eye: improved delineation with a special surface coil. *European Radiology*. 1997; 7(4): 459-63
- 6 Hoffmann KT, Hosten N, Lemke AJ, et al. Septum orbitale: high-resolution MR in orbital anatomy. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1998 Jan; 19(1):91-4
- 7 Ettl A, Salomonowitz E, Koornneef L, et al. High-resolution MR imaging anatomy of the orbit. Correlation with comparative cryosectional anatomy. *Radiol Clin North Am*. 1998 Nov; 36(6): 1021-45
- 8 Ettl A, Koornneef L, Daxer A, et al. High-resolution magnetic resonance imaging of the orbital connective tissue system. *Ophthal Plast Reconstr Surg*. 1998 Sep; 14(5): 323-7
- 9 Ettl A, Kramer J, Daxer A, Koornneef L. High resolution magnetic resonance imaging of neurovascular orbital anatomy. *Ophthalmology*. 1997 May; 104(5): 869-77
- 10 Ettl A, Zwrtek K, Daxer A, et al. Anatomy of the orbital apex and cavernous sinus on high-resolution magnetic resonance images. *Surv Ophthalmol*. 2000; 44(4): 303-23
- 11 Tian S, Nishida Y, Isberg B, et al. MRI measurements of normal extraocular muscles and other orbital structures. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 2000 May; 238(5): 393-404
- 12 Ozgen A, Aydingoz U. Normative measurements of orbital structures using MRI. *J Comput Assist Tomogr*. 2000 May-Jun; 24(3): 493-6
- 13 Amano Y, Amano M, Kumazaki T. Normal contrast enhancement of extraocular muscles: fat-suppressed MR findings. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1997 Jan; 18(1):161-4
- 14 Demer JL, Miller JM. Magnetic resonance imaging of the functional anatomy of the superior oblique muscle. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 1995 Apr; 36(5):906-13
- 15 Oh SY, Poukens V, Cohen MS, Demer JL. Structure-function correlation of laminar vascularity in human rectus extraocular muscles. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. 2001 Jan; 42(1): 17-22

- 16 Firbank MJ, Harrison RM, Williams ED, et al. Measuring extraocular muscle volume using dynamic contours. *Magn Reson Imaging*. 2001 Feb;19(2):257-65
- 17 Lemke AJ, Hosten N, Bornfeld N, et al. Appearance of choroidal melanoma on high resolution MRI using 1.5T with a dedicated surface coil in 200 consecutive patients. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr*. 1998 Nov; 169(5): 471-8
- 18 Stroszczynski C, Hosten N, Bornfeld N, et al. Choroidal hemangioma: MR findings and differentiation from uveal melanoma. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1998 Sep; 19(8):1441-7
- 19 Lemke AJ, Hosten N, Bornfeld N, et al. Uveal melanoma: correlation of histopathologic and radiologic findings by using thin-section MR imaging with a surface coil. *Radiology*. 1999 Mar; 210(3): 775-83
- 20 Hosten N, Bornfeld N, Lemke AJ, et al. MR of the eye with retrobulbar anesthesia. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1997 Oct;18(9):1788-90
- 21 Hosten N, Lemke AJ . A special surface coil for high-resolution ocular MRI. *Front Radiat Ther Oncol*. 1997; 30:20-5
- 22 Hosten N, Bornfeld N, Lemke AJ. High-resolution MR imaging of the eye and orbit. *Front Radiat Ther Oncol*. 1997; 30:8-19
- 23 Hosten N, Bornfeld N, Wassmuth R, et al. Uveal melanoma: detection of extraocular growth with MR imaging and US. *Radiology*. 1997 Jan; 202(1): 61-7
- 24 Wycliffe ND, Mafee MF. Magnetic resonance imaging in ocular pathology. *Top Magn Reson Imaging*. 1999 Dec; 10(6): 384-400
- 25 Mafee MF. Uveal melanoma, choroidal hemangioma, and simulating lesions. Role of MR imaging. *Radiol Clin North Am*. 1998 Nov;36(6):1083-99
- 26 Wolff E. (1955) *Anatomy of the eye and orbit*, 4th edn. McGraw-Hill, New York.
- 27 Lemke AJ, Hosten N, Wiegel T, et al. Intraocular metastases: differential diagnosis from uveal melanomas with high-resolution MRI using a surface coil. *European Radiology* 2001; 11(12):2593-601
- 28 Lemke AJ, Hosten N, Foerster PI, et al. Using high resolution sectional imaging in diagnosis of the eye and orbit . *Ophthalmologe*. 2001 May; 98(5):435-45
- 29 Lemke AJ, Hosten N, Richter M, et al. Contrast-enhanced color Doppler sonography of uveal melanomas. *Clin Ultrasound*. 2001 May; 29(4): 205-11
- 30 Lemke AJ, Hosten N, Grote A, et al. Differentiation of lacrimal gland tumors with high resolution computerized tomography in comparison with magnetic resonance tomography. *Ophthalmologe*. 1996 Jun; 93(3): 284-91

- 31 Hosten N, Lemke AJ, Sander B, et al. MRT of the eye: the normal anatomy and detection of the smallest lesions with a high-resolution surface coil. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr.* 1996 Feb; 164(2): 126-31
- 32 Hosten N, Lemke AJ, Bornfeld N, et al. Fast spin-echo MR imaging of the eye. *European Radiology.* 1996;6(6):900-3
- 33 Lemke AJ, Hosten N, Neumann K, et al. Space-occupying lesions of the lacrimal gland in CT and MRI exemplified by 4 cases. *Aktuelle Radiol.* 1995 Nov; 5(6): 363-6
- 34 Lemke AJ, Hosten N, Neumann K, et al. The spiral CT of orbital space-occupying lesions: improved imaging possibilities via freely reconstructible planes. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr.* 1994 Nov; 161(5): 391-8
- 35 Duvoisin B, Zanella FE, Sievers KW. Imaging of the normal and pathological orbit. *Eur Radiol.* 1998; 8(2): 175-88
- 36 Unsold R, Hoyt WF, Newton TH. Ct-criteria of orbital hemangiomas and their importance in differential diagnosis of intrakonal tumors (author's transl). *Klin Monatsbl Augenheilkd.* 1979 Dec; 175(6): 773-85
- 37 Unsold R. On the CT-diagnosis of optic nerve lesions. Differential diagnostic criteria (author's transl). *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1982; 218(3): 124-38
- 38 Weber AL, Sabates NR. Survey of CT and MR imaging of the orbit. *Eur J Radiol.* 1996 Mar; 22(1): 42-52
- 39 Warner MA, Weber AL, Jakobiec FA. Benign and malignant tumors of the orbital cavity including the lacrimal gland. *Neuroimaging Clin N Am* 1996 Feb; 6(1):123-42
- 40 Hasenfratz G. Orbital tumours--the importance of standardized echography. *Acta Ophthalmol Suppl.* 1992; (204): 82-6
- 41 Hopper KD, Sherman JL, Boal DK, et al. CT and MR imaging of the pediatric orbit. *Radiographics.* 1992 May;12(3):485-503
- 42 Peyman GA, Mafee MF. Uveal melanoma and similar lesions: the role of magnetic resonance imaging and computed tomography. *Radiol Clin North Am.* 1987 May;25(3):471-86
- 43 Bilaniuk LT. Orbital vascular lesions. Role of imaging. *Radiol Clin North Am.* 1999 Jan;37(1):169-83
- 44 Mafee MF, Goodwin J, Dorodi S. Optic nerve sheath Meningeomas. Role of MR imaging. *Radiol Clin North Am.* 1999 Jan;37(1):37-58

- 45 Mafee MF, Edward DP, Koeller KK, et al. Lacrimal gland tumors and simulating lesions. Clinicopathologic and MR imaging features. Radiol Clin North Am. 1999 Jan; 37(1): 219-39
- 46 Gloor B, Kalman A. Neoplastic space-occupying lesions of the orbit. I. Review; hemangioma, lymphangioma and embryonal rhabdomyosarcoma. Klin Monatsbl Augenheilkd. 1992 Nov;201(5):291-301
- 47 Kalman A, Gloor B. Neoplastic space-occupying lesions of the orbits. II. Space-occupying lesion in the area of the lacrimal gland. Klin Monatsbl Augenheilkd. 1992 Dec; 201(6): 361-9
- 48 Hayman LA, Maturi RK, Pfleger MJ, et al. MR imaging of the eyelids: normal and pathologic findings. AJR Am J Roentgenol. 1995 Sep;165(3):639-44
- 49 Weber AL, Mafee MF. Evaluation of the globe using computed tomography and magnetic resonance imaging. Isr J Med Sci. 1992 Mar-Apr;28(3-4):145-52
- 50 Lemke AJ, Hosten N, Foerster PI, et al. Sectional diagnosis of orbital tumors.1: Diagnostic imaging--diseases of the orbits: intrakonal compartment. Radiologe. 2001 May; 41(5): 461-70
- 51 Lemke AJ, Hosten N, Foerster PI, et al. Sectional diagnosis of orbital tumors. 2: Extra-konal compartment, subperiostal compartment, lacrimal gland, bulbus, preseptal compartment. Radiologie 2001; 41(6): 520-7
- 52 Bloching M, Beck R, Knipping S, et al. Orbital space-occupying lesions. Practical aspects of imaging. HNO. 2001 Jan; 49(1):21-8
- 53 Bourlet P, Carrie D, Garcier JM, et al. Study of the inferior oblique muscle of the eye by MRI. Surg Radiol Anat. 1998; 20(2):119-21
- 54 Grehn F. (1998) Augenheilkunde. 27. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- 55 Hosten N, Anders N, Neumann K. (1995) Auge und Orbita; Radiologische Differentialdiagnostik. Thieme, Stuttgart
- 56 Gaag R. Immunological responses in the eyelid and orbit. Eye. 1988; 2 (2):158-63
- 57 Dobben GD, Philip B, Mafee MF, et al. Orbital subperiosteal hematoma, cholesterol granuloma, and infection. Evaluation with MR imaging and CT. Radiol Clin North Am. 1998 Nov; 36(6): 1185-200
- 58 Scheie HG, Albert DM. Textbook of ophthalmology. Ninth Edition. Press of W.B. Saunders company 1977; 90

- 59 Sevel D. A reappraisal of the origin of human extraocular muscles. *Ophthalmology*. 1981; 88(12): 1330-1338
- 60 Bergua A, Wolter-Roessler E, Tomandl B, et al. Orbito-palpebral emphysema due to ethmoidal fracture. *Klin Monatsbl Augenheilkd*. 2001 Nov; 218(11): 744-6
- 61 Takechi A, Uozumi T, Kiya K, et al. Embolisation of orbital varix. *Neuroradiology*. 1994 Aug; 36(6): 487-9
- 62 Rivas JJ, Lobato RD, Cordobes F, et al. Intermittent exophthalmos studied with computerized tomography. Report of two cases. *J Neurosurg*. 1982 Aug;57(2):290-4
- 63 Kurata A, Takano M, Tokiwa K, et al. Spontaneous carotid cavernous fistula presenting only with cranial nerve palsies. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1993 Sep-Oct; 14(5): 1097-101
- 64 Murakami Y, Kanamoto T, Tuboi T, et al Evaluation of extraocular muscle enlargement in dysthyroid ophthalmopathy. *Jpn J Ophthalmol*. 2001 Nov-Dec;45(6):622-7
- 65 Hosten N, Lietz A, Noske W, et al. The course of the disease in endocrine orbitopathy. Magnetic resonance tomographic documentation. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr*. 1992 Sep; 157(3): 210-4
- 66 Hosten N, Lietz A, Noske W, et al. Endocrine orbitopathy. Correlation of magnetic resonance tomographic and histopathologic findings. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr*. 1993 Sep;159(3):304-6
- 67 Winkelspecht K, Mahler V, Kiesewetter F. Metageria--clinical manifestations of a premature aging syndrome. *Hautarzt*. 1997 Sep; 48(9): 657-61
- 68 Hartstein ME, Roper-Hall G. Update on orbital floor fractures: indications and timing for repair. *Facial Plast Surg*. 2000; 16(2): 95-106
- 69 Pancochar H, Thaiss F, Niederhoff H, et al. Orbital phlegmon in childhood. *Klin Padiatr*. 1982 Nov-Dec; 194(6): 412-6
- 70 Shovlin JP. Orbital infections and inflammations. *Curr Opin Ophthalmol*. 1998 Oct; 9(5): 41-8
- 71 Hershey BL, Roth TC. Orbital infections. *Semin Ultrasound CT MR*. 1997 Dec;18(6): 448-59
- 72 Eustis HS, Mafee MF, Walton C, et al . MR imaging and CT of orbital infections and complications in acute rhinosinusitis. *Radiol Clin North Am*. 1998 Nov; 36(6): 1165-83
- 73 Starkey CR, Steele RW. Medical management of orbital cellulitis. *Pediatr Infect Dis J*. 2001 Oct;20(10):1002-5
- 74 Rahbar R, Robson CD, Petersen RA, et al. Management of orbital subperiosteal abscess in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2001 Mar; 127(3): 281-6

- 75 Tovilla-Canales JL, Nava A, Tovilla y Pomar JL. Orbital and periorbital infections. *Curr Opin Ophthalmol*. 2001 Oct; 12(5): 335-41
- 76 Sekhar GC, Mandal AK, Vyas P. Non specific orbital inflammatory diseases. *Doc Ophthalmol*. 1993; 84(2): 155-70
- 77 Mombaerts I, Goldschmeding R, Schlingemann RO, et al. What is orbital pseudotumor? *Surv Ophthalmol*. 1996 Jul-Aug; 41(1): 66-78
- 78 Zurlo A, Sancesario G, Bernardi G, et al. Orbital pseudotumor: case report and literature review. *Tumori*. 1999 Jan-Feb;85(1):68-70
- 79 Weber AL, Jakobiec FA, Sabates NR. Pseudotumor of the orbit. *Neuroimaging. Clin N Am*. 1996 Feb; 6(1): 73-92
- 80 Srivastava SK, Newman NJ. Pseudo-pseudotumor. *Surv Ophthalmol*. 2000 Sep-Oct; 45(2): 135-8
- 81 Scott IU, Siatkowski MR. Thyroid eye disease. *Semin Ophthalmol*. 1999 Jun; 14(2): 52-61
- 82 Scott IU, Siatkowski RM. Idiopathic orbital myositis. *Curr Opin Rheumatol*. 1997 Nov; 9(6): 504-12
- 83 Berkhoff M, Sturzenegger M, Schroth G, et al. Ocular myositis. *Nervenarzt*. 1997 Oct; 68(10): 792-800
- 84 Smirniotopoulos JG, Chiechi MV. Teratomas, dermoids, and epidermoids of the head and neck. *Radiographics*. 1995 Nov; 15(6): 1437-55
- 85 West JA, Drewe RH, McNab AA. Atypical choristomatous cysts of the orbit. *Aust N Z J Ophthalmol*. 1997 May;25(2):117-23
- 86 Kaufman LM, Villablanca JP, Mafee MF. Diagnostic imaging of cystic lesions in the child's orbit. *Radiol Clin North Am*. 1998 Nov; 36(6): 1149-63
- 87 Henderson JW, Campbell RJ, Farrow GM. Orbital tumor. 1993, Raven Press. New York
- 88 Lukas J, Diblik P, Spelina L, et al. Mucocèles of paranasal sinuses *Cesk Slov Oftalmol*. 2001 Mar;57(2):115-20
- 89 Arrue P, Kany MT, Serrano E, et al. Mucocèles of the paranasal sinuses: uncommon location. *J Laryngol Otol*. 1998 Sep; 112(9): 840-4
- 90 Thorn-Kany M, Arrue P, Delisle MB, et al. Cavernous hemangiomas of the orbit: MR imaging. *J Neuroradiol*. 1999 Jun; 26(2): 79-86
- 91 Gunalp I, Gunduz K. Vascular hamartoma of the orbit. *Korean J Ophthalmol*. 2000 Dec; 14(2): 103-6
- 92 Cascone P, Valentini V, Agrillo A. Orbital hemangiopericytoma: case report of a long-term recurrency. *J Craniofac Surg*. 1998 Jan; 9(1): 55-9

- 93 Sullivan TJ, Wright JE, Wulc AE, et al. Haemangiopericytoma of the orbit. *Aust N Z J Ophthalmol.* 1992 Nov; 20(4): 325-32
- 94 Urquhart A, Berg R. Hodgkin's and non-Hodgkin's lymphoma of the head and neck. *Laryngoscope.* 2001 Sep; 111(9): 1565-9
- 95 Hosten N, Schorner W, Zwicker C, et al. Lymphocytic infiltrations of the orbit in MRT and CT. Lymphoma, pseudolymphoma and inflammatory pseudotumor. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr.* 1991 Nov;155(5):445-51
- 96 Parentin F, Borzaghini L, Perissutti P. The role of ultrasonography in the diagnosis of orbital lymphangiomas. *Ophthalmologica.* 2001 May-Jun;215(3):238-40
- 97 Bond JB, Haik BG, Taveras JL, et al. Magnetic resonance imaging of orbital lymphangioma with and without gadolinium contrast enhancement. *Ophthalmology.* 1992 Aug; 99(8): 1318-24
- 98 Sohaib SA, Moseley I, Wright JE. Orbital rhabdomyosarcoma--the radiological characteristics. *Clin Radiol.* 1998 May; 53(5): 357-62
- 99 Spahn B, Ducrey N, Nenadov-Beck M. Orbital rhabdomyosarcoma: clinicopathologic correlation, management and follow-up in two newborns. *Orbit.* 2001; 20 (2): 149-156
- 100 Mafee MF, Pai E, Philip B. Rhabdomyosarcoma of the orbit. Evaluation with MR imaging and CT. *Radiol Clin North Am.* 1998 Nov; 36(6): 1215-27
- 101 Chong VF, Fan YF, Chan LL. Radiology of the orbital apex. *Australas Radiol.* 1999 Aug; 43(3): 294-302
- 102 Goldberg RA, Rootman J, Cline RA. Tumors metastatic to the orbit: a changing picture. *Surv Ophthalmol.* 1990 Jul-Aug; 35(1): 1-24
- 103 Shields JA, Shields CL, Brotman HK, et al. Cancer metastatic to the orbit: the 2000 Robert M. Curts Lecture. *Ophthal Plast Reconstr Surg.* 2001 Sep; 17(5): 346-54
- 104 McRae M, Frodel J. Midface fractures. *Facial Plast Surg.* 2000; 16(2): 107-13
- 105 Pawlik AB. Unilateral exophthalmos of uncertain origin. Orbital emphysema in medial "blow-out fracture". *HNO.* 2001 Apr; 49(4): 316-7
- 106 Modder U. Fibrous dysplasia in a patient with tuberous sclerosis. *J Child Neurol.* 1988 Apr; 3(2): 131-4
- 107 Aburn NS, Sergott RC. Orbital colour Doppler imaging. *Eye.* 1993; 7 (Pt 5): 639-47
- 108 Nelson CC, Cartwright MJ. Orbital diagnosis and imaging. *Curr Opin Ophthalmol.* 1992 Oct; 3(5): 623-31

- 109 Maya MM, Heier LA. Orbital CT. Current use in the MR era. *Neuroimaging. Clin N Am.* 1998 Aug; 8(3): 651-83
- 110 Hosten N, Schorner W, Lietz A, et al. Space-occupying lesions of the orbit: modern imaging diagnosis. *Aktuelle Radiol.* 1992 Nov; 2(6):325-33
- 111 Capone A Jr, Slamovits TL. Discrete metastasis of solid tumors to extraocular muscles. *Arch Ophthalmol.* 1990 Feb; 108(2): 237-43
- 112 Weber AL. Comparative assessment of diseases of the orbit using computed tomography and magnetic resonance imaging. *Isr J Med Sci.* 1992 Mar-Apr; 28(3-4): 153-60
- 113 Lacey B, Chang W, Rootman J. Nonthyroid causes of extraocular muscle disease. *Surv Ophthalmol.* 1999 Nov-Dec; 44(3): 187-213
- 114 Graeb DA, Rootman J, Robertson WD, et al. Orbital lymphangiomas: clinical, radiologic, and pathologic characteristics. *Radiology.* 1990 May; 175(2): 417-21
- 115 Muller-Forell W, Pitz S, Mann W, et al. Neuroradiological diagnosis in thyroid-associated orbitopathy. *Exp Clin Endocrinol Diabetes.* 1999; 107 Suppl 5: 177-83
- 116 Nianiaris N, Hurwitz JJ, Chen JC, et al. Correlation between computed tomography and magnetic resonance imaging in Graves' orbitopathy. *Can J Ophthalmol.* 1994 Feb; 29(1): 9-12
- 117 Hosten N, Cordes M, Sander B, et al. Magnetic resonance tomographic differentiation of ocular muscle changes in endocrine orbitopathy. *Rofo Fortschr Geb Rontgenstr Neuen Bildgeb Verfahr.* 1990 Apr; 152(4): 388-92
- 118 Escott EJ. A variety of appearances of malignant melanoma in the head: a review. *Radiographics.* 2001 May-Jun; 21(3):625-39
- 119 Nugent RA, Lapointe JS, Rootman J, et al. Orbital dermoids: features on CT. *Radiology.* 1987 Nov; 165(2):475-8
- 120 Sathananthan N, Moseley IF, Rose GE, et al . The frequency and clinical significance of bone involvement in outer canthus dermoid cysts. *Br J Ophthalmol.* 1993 Dec; 77(12): 789-94
- 121 Curtin HD, Rabinov JD. Extension to the orbit from paraorbital disease. The sinuses. *Radiol Clin North Am.* 1998 Nov; 36(6): 1201-13
- 122 Casper DS, Chi TL, Trokel SL. *Orbital Disease: Imaging and Analysis.* Thieme Medical Publishers. 1993, New York. 3-5
- 123 Gunalp I, Duruk K, Gunduz K. Orbital rhabdomyosarcoma: a twenty-year survey in Turkey. *Jpn J Ophthalmol.* 1993; 37(4): 499-504

- 124 Sohaib SA, Moseley I, Wright JE. Orbital rhabdomyosarcoma--the radiological characteristics. Clin Radiol. 1998 May; 53(5): 357-62
- 125 Jeong S, Yang KJ, Park YG. Extensive destruction of the eyeball by invasion of basal cell carcinoma of the eyelid. Jpn J Ophthalmol. 1999 Jul-Aug; 43(4): 300-2
- 126 Bondy M, Ligon BL. Epidemiology and etiology of intracranial Meningeomas: a review. J Neurooncol. 1996 Sep; 29(3): 197-205

8. Lebenslauf

Vorname: Quan
Familiennamen: Zhou
Geschlecht: männlich
Geburtsdatum: 05.06.1968
Geburtsort: Provinz Anhui, VR China
Staatsangehörigkeit: chinesisch
Familienstand: verheiratet, ein Kind

Schulbildung:

1974-1979: Besuch der Grundschule in Anqin, Provinz Anhui, VR China
1979-1985: Besuch der Mittelschule in Anqin, Provinz Anhui, VR China

Studium:

1985-1990: Medizinstudium an der Anhui medizinische Universität in Hefei, Provinz Anhui, VR China
1990: Abschluss als Bachelor
1994-1997: Masterstudium an der Medizinischen Fakultät der Jinan Universität, Kanton, VR China
1997: Studienabschluss als Master

Berufsweg:

1990-1994: Assistenzarzt für Radiologie im Provinzkrankenhaus von Anhui in Hefei, Provinz Anhui
Seit 1998: Oberarzt für Radiologie, Erstes Universitätsklinikum, Medizinische Fakultät der Jinan Universität, Kanton, VR China
Seit Juni 2001: Gastarzt des Instituts für Röntgendiagnostik (MRT), Campus Charité Mitte, Medizinische Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin, Deutschland
Seit Oktober 2001: Doktorand der Strahlenheilkunde, Medizinische Fakultät Charité, Humboldt-Universität zu Berlin, Deutschland, bei Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Arne-Jörn Lemke

Quan Zhou

Publikationen:

1. **Zhou Quan**, Chen Jincheng. The clinical-radiological diagnosis of the lung cancer with initial neurologic symptoms related to brain metastasis. Guangdong Medical Journal, 1996; (17) 12:846
2. **Zhou Quan**, Chen Jincheng. Position of the thoracic aorta: measurement by CT and its significance in diagnose of mediastinal tumors. Journal of Jinan University (Natural Science & Medicine Edition), 1999; (20) 4:117
3. **Zhou Quan**, Chen Jincheng, Chen Yongmei. CT appearances of lung cancer (an analysis of 94 cases). Journal of Jinan University (Natural Science & Medicine Edition), 2000; (21) 4:107
4. **Zhou Quan**, Jiang Guangyu, Chen Dihua. Report of a case of esophageal malignant fibrous histiocytoma. Journal of Jinan University (Natural Science & Medicine Edition), 1998; (19) 4:118
5. Qi Lingjun, **Zhou Quan**, Chen Jincheng. Irreversible esophageal hiatal hernia with kyphosis (chest radiograph vs CT/MR). Journal of Clinical Radiology, 2000; (19) 10:616
6. Chen Dihua, **Zhou Quan**, Chen Jincheng. Barium enema and CT diagnosis of postoperative recurrence of colonic carcinoma. Journal of Clinical Radiology, 1999; (18) 8: 474
7. Li Qiquan, Fu Yuanfang, Li Hengguo, **Zhou Quan**. CT findings of benign prostatic hyperplasia. Journal of Clinical Radiology, 1999; (18) 3 :162
8. Fu Yuanfang, Li Qiquan, Chen Shuang, **Zhou Quan**. Differential diagnosis by imaging (X-ray and CT) between multiple myeloma and metastatic tumor in bone. Journal of Jinan University (Natural Science & Medicine Edition) , 1999; (20) 4:112
9. **Zhou Quan**. Clinical X-ray and CT Diagnosis in Head emergency. In: Chen Dihua, Huang Li, Luo Liangping. Clinical X-ray and CT Diagnosis in emergency of Head, Chest and Abdomen. Guangzhou, Jinan University Publishing House, 1999
10. Fang Xianlai, **Zhou Quan**, Zhang Jianzhen, et al. A study for imaging quality in the course of plainal CT scans with different radiation doses. Radiologic Practice, 2001; (16)3: 205
11. **Zhou Quan**, Chen Jincheng. Observation of trachea on CT and its significance in diagnose of mediastinal tumors. China JMIT (Chinese Journal of Medical Imaging Technology), 2002; (18) 5, supplement : 48

9. Danksagung

Herzlich danken möchte ich meinem Doktorvater, Herrn Priv.-Doz. Dr. med. Arne-Jörn Lemke aus der Klinik für Strahlenheilkunde der Charité, Campus Virchow Klinikum für die Anregung zur Bearbeitung dieser Fragestellung und die Betreuung der Arbeit bis zur Fertigstellung, die er neben der wissenschaftlichen Beratung einfühlsam mit der jeweils fordernden wie ermutigenden Unterstützung begleitete.

Meine Doktorandenbetreuerin, Frau Iris Kazi, möchte ich sehr herzlich für die jederzeit gewährte Diskussionsbereitschaft und die intensive Betreuung danken.

Weiter gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. med. Dr. h.c. Roland Felix, dass er in seiner Klinik in weitem Umfang ideelle und strukturelle Grundlagen für wissenschaftliche Arbeiten geschaffen hat, die die Erstellung meiner Dissertation erst ermöglicht haben.

Es ist mir ein besonderes Anliegen, die Bedeutung der Kaiserin-Friedrich-Stiftung hervorzuheben, die mit ihren Programmen neben der Völkerverständigung auch als Förderin der Wissenschaften meinen Aufenthalt an der Klinik für Strahlenheilkunde der Charité, Campus Virchow Klinikum ermöglicht hat.

Herrn Prof. Dr. med. B. Hamm (Direktor vom Institut für Radiologie des Campus Charité Mitte), Herrn Dr. med. M. Taupitz, Herrn Priv.-Doz. Dr. med. L. Kopka, Herrn Dr. med. A. Pöllinger und Herrn Dr. med. J. Rudolph möchte ich besonderes dafür danken, dass sie im MRT meine ärztliche Fortbildung intensiv betreut und so weitere Voraussetzungen für die Durchführung meiner Dissertation geschaffen haben.

Bedanken möchte ich mich auch bei Frau Ding-Reinelt, Herrn Zolfaghari, Herrn Akkol für ihre Beratung in formellen und technischen Fragen, die sich bei der Niederschrift dieser Arbeit ergeben haben, sowie für ihre Freundlichkeit und Hilfsbereitschaft.

Allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des MRT danke ich für ihre Freundlichkeit und Unterstützung.

Abschliessend möchte ich meiner Ehefrau, Wenli Chen, meinen Eltern und Schwiegereltern besonders danken, deren Anteilnahme mir eine große Unterstützung gewesen ist.

Erklärung an Eides Statt

Hiermit erkläre ich, Herr Quan Zhou,

daß die Dissertation von mir selbst und ohne unzulässige Hilfe Dritter verfaßt wurde, auch in Teilen keine Kopie anderer Arbeiten darstellt und die benutzten Hilfsmittel sowie die Literatur vollständig angegeben sind.

Quan Zhou